



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Ciencias Matemáticas

Escuela Académico Profesional de Estadística

**Determinación de los factores asociados con la
desnutrición crónica infantil en niños menores de 5
años utilizando Regresión de Poisson**

TESINA

Para optar el Título Profesional de Licenciada en Estadística

AUTOR

Ana Isabel GASPAR REVOLLEDO

ASESOR

Erwin KRAENAU ESPINAL

Lima, Perú

2009



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Gaspar, A. (2009). *Determinación de los factores asociados con la desnutrición crónica infantil en niños menores de 5 años utilizando Regresión de Poisson*. Tesina para optar el Título Profesional de Licenciada en Estadística. Escuela Académico Profesional de Estadística, Facultad de Ciencias Matemáticas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

Agradezco a mi familia por su apoyo incondicional.

Agradezco a mi hija, motor e inspiración para llevar a cabo este proyecto.

Al Mg. Erwin Kraenau, mi asesor por su apoyo, tiempo y esfuerzo.

Y a todas aquellas personas que de alguna u otra manera me ayudaron o contribuyeron en la elaboración de este trabajo.

RESUMEN

DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES ASOCIADOS CON LA DESNUTRICIÓN CRÓNICA INFANTIL EN NIÑOS MENORES DE 5 AÑOS UTILIZANDO REGRESIÓN DE POISSON

ANA ISABEL GASPAR REVOLLEDO
Diciembre 2009

Asesor : Mg. Erwin Kraenau Espinal
Título obtenido : Licenciada en Estadística

Se realiza un análisis de la desnutrición crónica en niños menores de 5 años de edad y su relación con variables como: sexo del niño, edad del niño, nivel de instrucción de la madre, la familia cuenta con seguro de salud, índice de riqueza de la familia, región natural en donde reside la familia (Lima Metropolitana, resto de Costa, Sierra, Selva), utilizando el modelo de Regresión Poisson.

Se analizaron los resultados (resúmenes) obtenidos de diversos estudios realizados principalmente de la Encuesta Demográfica y de Salud familiar ENDES 2007, así como los resultados del Informe Principal de la Encuesta Demográfica y de Salud familiar ENDES continua 2004 – 2006, cuyos resultados de la aplicación de la regresión Poisson se pudo observar como factores de riesgo que presentan los niños menores de 5 años de edad se da cuando el niño(a) inicia el segundo año de edad (1 año a más), así como el sexo del niño sea hombre; asimismo, en cuanto al aspecto familiar se presenta como factor de riesgo el nivel socioeconómico de la familia es bajo (pobre) y el lugar de residencia está ubicado en la Sierra o Selva de nuestro país.

PALABRAS CLAVE: DESNUTRICIÓN CRÓNICA
RIESGO RELATIVO
REGRESIÓN POISSON

SUMMARY

DETERMINATION OF ASSOCIATED FACTORS WITH CHRONIC CHILD MALNUTRITION IN KIDS LESS THAN 5 YEARS OLD USING POISSON REGRESSION

ANA ISABEL GASPAR REVOLLEDO

Desembre 2009

Advisor : Mr. Erwin Kraenau Espinal
Title obtained: Bachelor in Statistics

An analysis of chronic malnutrition and his relationship with several variables in kids less than 5 years old have been done. Variables like: kid's sex, kid's age, mother's level of education, health insurance in the family, family's wealth index, and natural region where the family lives (Metropolitan Lima, rest of the coast, mountains, jungle). This analysis was done using the Poisson Regression.

Results (summaries) from different studies where analyzed. Those studies where mainly done from the 2007 Demographic and health Family's survey ENDES, and the 2004 - 2006 main report results of the Demographic and health Family's survey ENDES.

After the Poisson Regression was applied some risk factors were observed on kids less than 5 years old. Those risks factors appears when the kid starts his (her) second year of age (1 year or more), also the kid's sex been male. On the other hand, on the family aspect, the low (poor) socioeconomic level of the family and the place of residence located in the country's highlands or jungle appears as a risk factor.

KEY WORDS: CRONIC MALNUTRITION
RELATIVE RISK
POISSON REGRESSION

INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas de salud infantil es la desnutrición crónica, originada por la ingesta de una dieta inadecuada, por la existencia de una enfermedad recurrente, entre otros.

Desde la gestación la desnutrición crónica afecta la capacidad física, intelectual, emocional y social de los niños generando un mayor riesgo de enfermar por infecciones hasta causar la muerte; asimismo reduce la capacidad de aprendizaje en la etapa escolar y limita sus probabilidades de acceder a otros niveles de educación, por lo que actualmente la Desnutrición Crónica en niños menores de 5 años de edad es considerado como indicador general de salud, sobre todo en los países en vías de desarrollo.

La prevención de la desnutrición crónica (talla baja) requiere de enfoques a corto y a largo plazo. En el largo plazo, es necesaria la mejora de los determinantes sociales y económicos de la desnutrición, que incluyen mejorar la educación materna; brindar oportunidades económicas para cultivar y/o adquirir alimentos para los niños; agua y saneamiento; acceso a servicios de salud de calidad y fortalecimiento de la mujer en la sociedad. En el corto plazo, la reducción de la desnutrición crónica (talla baja) requiere la protección, promoción y apoyo a la lactancia materna; brindar consejería y educación sobre la alimentación complementaria (sobre todo en ausencia de seguridad alimentaria) y/o la provisión de alimentos complementarios junto con consejería apropiada; reducir la frecuencia y duración de las infecciones y de la diarrea y la promoción de mayor ingesta de alimentos después de la enfermedad para la fase de “crecimiento rápido”.

El principal objetivo es conocer cuales factores explican la desnutrición crónica en niños menores de 5 años y en qué medida, mediante la de Regresión Poisson utilizando el programa R, para el procesamiento y análisis de los datos.

INDICE

CAPITULO I	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
FACTORES ASOCIADOS CON LA DESNUTRICIÓN CRÓNICA INFANTIL EN NIÑOS MENORES DE 5 AÑOS	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
I.1 DESNUTRICIÓN CRÓNICA	¡Error! Marcador no definido.
I.2 REFERENCIA INTERNACIONAL DEL CRECIMIENTO	2
I.2.1 PATRÓN DE REFERENCIA DEL NCHS	2
I.2.2 PATRÓN DE REFERENCIA DE LA OMS	2
I.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
I.4 OBJETIVOS	4
I.5 LIMITACIONES	4
CAPÍTULO II	5
MODELO DE REGRESIÓN POISSON	5
II.1 LA DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD POISSON	5
II.2 APROXIMACIÓN A LA DISTRIBUCIÓN NORMAL	6
II.3 LA DISTRIBUCIÓN POISSON COMO UNA APROXIMACIÓN A LA DISTRIBUCIÓN BINOMIAL	7
II.4 LA FUNCIÓN LOG-VEROSIMILITUD DE LA DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD POISSON	8
II.5 EL MODELO DE REGRESIÓN POISSON	9
II.5.1 OBJETIVOS DEL MODELO DE REGRESIÓN POISSON (MRP)	9
II.5.2 FORMULACIÓN DEL MODELO DE POISSON CON ENLACE LOGARÍTMICO	9
II.5.3 LA VARIABLE OFFSET O DE EXPOSICIÓN	10
II.6 ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS	11
II.7 INTERPRETACIÓN DE LOS PARÁMETROS	12
II.8 EVALUACIÓN DE LA BONDAD DEL AJUSTE DEL MRP	13
II.8.1 LA FUNCIÓN DESVIANZA	13
II.8.2 PSEUDO COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN (R ²)	14
II.8.3 ESTADÍSTICA CHI-CUADRADO DE PEARSON	14
II.8.4 ESTADÍSTICA DE WALD	14
II.8.5 CRITERIO DE INFORMACIÓN DE AKAIKE – AIC	15
II.8.6 ESTIMACIÓN DEL PARÁMETRO DE DISPERSIÓN	15
II.9 EVALUACIÓN DE LA ADECUACIÓN DEL MODELO	16
II.9.1 ANÁLISIS EXPLORATORIO DE LOS RESIDUOS	16

II.9.1.1 RESIDUAL PEARSON	16
II.9.1.2 RESIDUAL PEARSON ESTUDENTIZADO	16
II.9.1.3 ANALISIS DE RESIDUALES EN EL MODELO LINEAL GENERALIZADO	17
II.10 LA SOBREDISPERSIÓN	17
CAPITULO III	19
ESTUDIO DE LA DESNUTRICIÓN CRONICA EN NIÑOS.....	19
MENORES DE 5 AÑOS DE EDAD	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
III.1 MUESTRA	¡Error! Marcador no definido.
III.2 DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES	¡Error! Marcador no definido.
III.2.1 VARIABLE DEPENDIENTE O DE RESPUESTA (Y):	¡Error! Marcador no definido.
III.2.2 COVARIABLES	¡Error! Marcador no definido.
III.3 PROCESAMIENTO DE DATOS.....	¡Error! Marcador no definido.
III.4 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	¡Error! Marcador no definido.
III.5 SELECCIÓN DE VARIABLES	¡Error! Marcador no definido.
III.6 ANÁLISIS DE RESIDUOS	¡Error! Marcador no definido.
III.7 LA DISTRIBUCIÓN POISSON COMO UNA APROXIMACIÓN A LA DISTRIBUCIÓN BINOMIAL	¡Error! Marcador no definido.
CAPITULO IV	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
IV.1 CONCLUSIONES.....	¡Error! Marcador no definido.
IV.2 RECOMENDACIONES.....	28
ANEXOS	29
BIBLIOGRAFÍA.....	49

CAPITULO I

FACTORES ASOCIADOS CON LA DESNUTRICIÓN CRÓNICA INFANTIL EN NIÑOS MENORES DE 5 AÑOS

I.1 DESNUTRICIÓN CRÓNICA

Es el retardo en el crecimiento de un niño o niña en talla para la edad, a consecuencia de diversos factores como una mala alimentación en cantidad y calidad de nutrientes suficientes. El bajo peso al nacer y el mal estado de salud del niño o niña, entre otros factores, influyen negativamente en el crecimiento durante los tres primeros años de vida, ocasionando que se vean evidentemente “pequeños” para su edad.



La foto muestra a dos niñas¹ aparentemente sanas, sin embargo, ambas tienen la misma edad y son de comunidades vecinas; pero no son del mismo tamaño.

¹ Fotografía de 2 niñas de un ámbito de intervención en la Región Apurímac, en el Proyecto “Buen Inicio”, liderado por UNICEF – Perú.

I.2 REFERENCIA INTERNACIONAL DEL CRECIMIENTO²

Para obtener el estado nutricional, se realiza una comparación entre la población en estudio con el patrón tipo establecido como población de referencia. El patrón internacional es útil porque facilita la comparación entre poblaciones y subgrupos en un momento dado a través del tiempo. Una ventaja adicional consiste en la disponibilidad de un patrón "estandarizado" en el sentido de que la media y la mediana de las distribuciones coinciden. La proporción de niños que están por debajo de dos desviaciones estándar con respecto a esta población de referencia se utiliza como indicador del nivel de desnutrición en la población en estudio. Por supuesto que en cualquier población existe una variación natural en peso y talla, variación que aproxima los porcentajes encontrados en la distribución normal, la cual incluye 2.3 por ciento por debajo de 2 desviaciones estándar.

En la actualidad existen dos patrones que proceden del Centro de Estadísticas de la Salud de los Estados Unidos (National Center for Health Statistics-**NCHS**) y la Organización Mundial de la Salud (**OMS**).

I.2.1 PATRÓN DE REFERENCIA DEL NCHS: Es dado a conocer en el año 1977. La población de referencia está conformada por una muestra de niños nacidos en los Estados Unidos y que fueron alimentados en su mayoría con leche artificial, reflejando como crecen los niños en una región (EEUU) y en un momento determinado, pero no proporciona una base sólida para la evaluación en función de pautas y normas internacionales.

I.2.2 PATRÓN DE REFERENCIA DE LA OMS: La OMS realizó el lanzamiento del nuevo "Patrón Internacional de Crecimiento Infantil" en Abril del año 2006. La población de referencia está conformada por un total de 8,500 niños provenientes de países como Brasil, Estados Unidos, Ghana, La India, Noruega y Omán. A diferencia del patrón anterior emplea a la lactancia materna como el modelo y norma para un crecimiento y desarrollo óptimo. El

² Informe Principal Endes Continua 2004-2006

estudio demostró que todos los niños y niñas nacidos en cualquier parte del mundo tienen el mismo potencial de crecimiento. El nuevo Patrón Internacional de Crecimiento Infantil referido a los lactantes y niños pequeños que difundió en el año 2006 la Organización Mundial de la Salud (OMS) proporciona, por primera vez, datos científicos y orientación sobre la manera en que cada niño del mundo debería crecer.

I.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La alimentación y la nutrición son elementos muy importantes para promover y mantener la buena salud. El hambre y la desnutrición siguen siendo uno de los principales problemas que dominan la situación sanitaria de los países en vías de desarrollo.

La desnutrición infantil tiene una serie de consecuencias negativas en distintos ámbitos. Entre ellos destacan los impactos en morbilidad, educación y productividad, constituyéndose en uno de los principales mecanismos de transmisión intergeneracional de la pobreza y la desigualdad. Asimismo incrementa significativamente el riesgo de que en la edad adulta se desarrollen patologías crónicas, tales como enfermedades coronarias, hipertensión, diabetes y enfermedades transmisibles como la tuberculosis.

Muchos estudios y experiencias a nivel mundial han concluido que la desnutrición infantil no es sólo un problema de falta de alimentos, sino que existen otros factores determinantes relacionados con la poca educación de la madre como principal cuidadora de los niños ante la escasa intervención del padre en su cuidado; así como la presencia de barreras de acceso a los servicios de salud e insuficiente cobertura de servicios de saneamiento.

Un informe realizado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)³ confirma que a pesar de la aplicación de políticas sociales gubernamentales para la lucha contra la extrema pobreza en el Perú, la

³ ENDES 2005

desnutrición ha ganado ventaja y afecta al 29.5% de la población del país en el año 2005. Las cifras ubican a Perú entre los 10 países del mundo con un nivel crítico de seguridad alimentaria, que aparece en el informe del Comité de Seguridad Alimentaria Mundial de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).

Debido al origen multicausal de la desnutrición infantil, las políticas y programas de seguridad alimentaria y nutricional deben convertirse en políticas de Estado, con una visión integral y de largo plazo. Particularmente para el caso de la desnutrición crónica, se requiere de años de trabajo con continuidad de enfoques.

I.4 OBJETIVOS

- Conocer los factores de riesgo que explican y en qué medida la desnutrición crónica en niños menores de 5 años.
- Mostrar la importancia de la aplicación de la Regresión de Poisson en este tipo de estudio.

I.5 LIMITACIONES

Los resultados que se obtengan tendrán validez sólo para el presente estudio, y no podrá generalizarse para otros ámbitos, sin embargo puede ser utilizado como punto de referencia para realizar otras investigaciones.

CAPÍTULO II

MODELO DE REGRESIÓN POISSON

II.1 LA DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD POISSON

La distribución de Poisson debe su nombre al matemático SIMEON DENIS POISSON, quien en 1837 (citado en King, 1988) publicó un trabajo de Investigación en el que se presentaba una nueva distribución para el cálculo de probabilidades aplicado al ámbito penal. Poisson encontró que cuando el tamaño de una muestra es grande y la probabilidad de ocurrencia de un evento es pequeña, el valor esperado $\mu = np$ tiende a una constante.

La distribución de Poisson es una distribución de probabilidad discreta. Expresa la probabilidad de un número k de eventos ocurriendo en un tiempo fijo si estos eventos ocurren con una frecuencia media conocida y son independientes del tiempo discurrido desde el último evento.

La distribución de probabilidad para una variable de Poisson es dado por:

$$P(Y=y) = \frac{\mu^y e^{-\mu}}{y!}, \quad y = 0, 1, 2, \dots; \quad \mu > 0$$

Donde :

Y : Variable aleatoria

μ : Esperanza de Y

La media y la varianza de esta variable son ambas iguales a μ .

Se debe tener en cuenta que:

Y : Número de veces que ocurre un evento durante un periodo de tiempo, en un área, en un volumen o en una población muy grande cumpliendo las siguientes condiciones:

- El número de eventos que ocurren en el intervalo es independiente del número de los que ocurren fuera del mismo.
- Existe un intervalo lo suficientemente pequeño, de tamaño h , para el que la probabilidad de que en el mismo ocurra un sólo evento es proporcional al tamaño del intervalo, es decir es μh , siendo por tanto μ (constante) la probabilidad de que ocurra un evento en un intervalo de tamaño unidad.
- la probabilidad de que en cualquier intervalo de tamaño h ocurran dos o más eventos, es prácticamente 0.

Ejemplos de variables aleatorias con Distribución Poisson: El número de llamadas que recibe una central telefónica en una hora, número de accidentes durante un año, en un cruce de carreteras, número de mutaciones que perduran en una especie, durante un milenio, número de células en el campo del microscopio; número de bacterias patógenas en un estanque, etc.

II.2 APROXIMACIÓN A LA DISTRIBUCIÓN NORMAL

La distribución de Poisson tiende a una normal a medida que aumenta su media.

Se puede mostrar (McCullagh y Nelder, 1991) que cuando $\mu: \mu \rightarrow \infty$

$$(y - \mu) / \mu^{1/2} \sim N(0,1)$$

La distribución es visualizada graficando $P(y = \mu)$ vs μ .

Gráfico de $P(y = \mu)$ vs μ ; $\mu = 3$

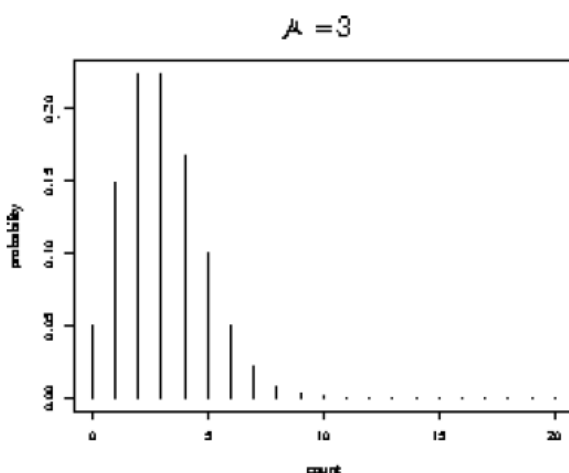
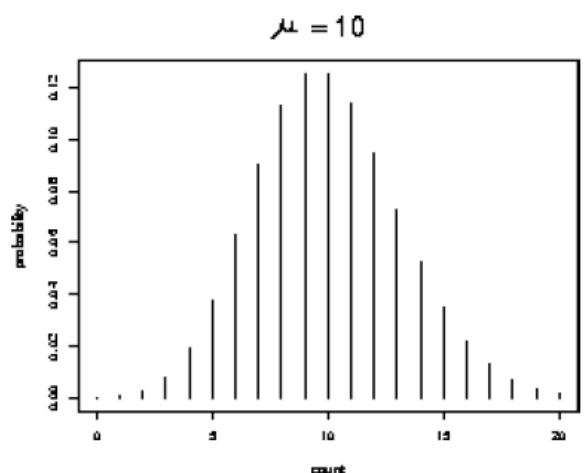


Gráfico de $P(y = \mu)$ vs μ ; $\mu = 10$



Esto ilustra la asimetría particularmente para valores pequeños de μ y la aproximación al límite de la Normal para grandes μ 's. En otras palabras, para μ grande tenemos que Y sigue aproximadamente una distribución normal de media μ y desviación estándar $\sqrt{\mu}$.

II.3 LA DISTRIBUCIÓN POISSON COMO UNA APROXIMACIÓN A LA DISTRIBUCIÓN BINOMIAL

Si $\mu = np$ y $n \mapsto \infty$, entonces $B(n, p)$ va a estar bien aproximada por una Distribución Poisson ($\mu = np$).

Consideremos la expresión general para la probabilidad binomial:

$$\begin{aligned} P(Y = y) &= \binom{n}{y} (p)^y (1-p)^{n-y} = \frac{n!}{y!(n-y)!} p^y (1-p)^{n-y} \\ &= \frac{n(n-1)(n-2)\dots(n-y+1)}{y!} p^y (1-p)^{n-y} \end{aligned}$$

Sea $np = \mu$. Por tanto $p = \mu/n$, y $1-p = 1 - \mu/n = (n - \mu)/n$. sustituyendo todos los términos que contienen p por sus expresiones equivalentes en función de μ , obtenemos:

$$\begin{aligned} P(Y = y) &= \frac{n(n-1)(n-2)\dots(n-y+1)}{y!} \left(\frac{\mu}{n}\right)^y \left(\frac{n-\mu}{n}\right)^{n-y} \\ &= \frac{\mu^y}{y!} \left[(1) \left(1 - \frac{1}{n}\right) \left(1 - \frac{2}{n}\right) \dots \left(1 - \frac{y-1}{n}\right) \right] \left[(1 - \mu/n) \right]^{n-y} \\ &= \frac{\mu^y}{y!} \left[(1) \left(1 - \frac{1}{n}\right) \left(1 - \frac{2}{n}\right) \dots \left(1 - \frac{y-1}{n}\right) \right] \left(1 - \frac{\mu}{n}\right)^n \left(1 - \frac{\mu}{n}\right)^{-y} \end{aligned}$$

Ahora sea $n \rightarrow \infty$ de tal manera que $np = \mu$ permanezca constante, esto obviamente significa que $p \rightarrow 0$ cuando $n \rightarrow \infty$, porque de otra manera np no podría permanecer constante. De igual manera podríamos necesitar que $n \rightarrow \infty$ y $p \rightarrow 0$ de tal manera que $np \rightarrow \mu$.

En la expresión anterior, los términos de la forma $\left(1 - \frac{1}{n}\right), \left(1 - \frac{2}{n}\right) \dots$ tienden a 1 cuando $n \rightarrow \infty$, como lo hace $\left(1 - \frac{\mu}{n}\right)^{-y}$, (de la definición del número e) que $\left(1 - \frac{\mu}{n}\right)^n \rightarrow e^{-\mu}$ cuando $n \rightarrow \infty$.

Así, $\lim_{n \rightarrow \infty} P(Y = y) = \frac{e^{-\mu} \mu^y}{y!}$ Es decir, en el límite obtenemos la distribución de Poisson con parámetro μ .

En consecuencia, todos los problemas que se pueden plantear con un modelo de Poisson, también se pueden plantear con un modelo binomial, si se dispone de los datos individualizados, obteniendo resultados similares. Hay que tener en cuenta, no obstante, que el modelo logístico modeliza el odds ratio, mientras que el de Poisson modeliza la probabilidad (Riesgo Relativo), por lo tanto los coeficientes sólo coincidirán cuando la probabilidad sea pequeña. Se debe tener en cuenta que la inversa no siempre es cierta.

II.4 LA FUNCIÓN LOG-VEROSIMILITUD DE LA DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD POISSON

Se conoce que la Distribución Poisson pertenece a la familia exponencial, por lo tanto se puede determinar su parámetro canónico.

La distribución de Poisson es:

$$f(y, \mu) = \frac{\mu^y e^{-\mu}}{y!}, \quad y = 0, 1, 2, 3, \dots \text{ y } \mu > 0$$

La derivada de la distribución será:

$$f(y, \mu) = \exp\{y \log \mu - \mu\} - (-\log y!)$$

De esta manera haciendo $\theta = \ln \mu$ se tiene que:

$$f(y; \theta, \phi) = \exp\{y\theta - e^\theta - \log y!\}$$

De la expresión anterior se deduce que la distribución Poisson es una distribución de familia exponencial, entonces :

$a(\phi) = 1$, $b(\theta) = e^\theta$, $c(y, \phi) = -\log y!$, $E(y) = e^\theta = \mu$ y $\text{Var}(y) = e^\theta = \mu$ y la función de varianza es μ . El parámetro canónico es $\theta = \log \mu$, la función de enlace canónico para la distribución de Poisson es $\eta = \theta = \log \mu$, donde μ representa el valor medio de la distribución de Poisson. Usando este enlace, las (funciones de) covariables tienen un efecto multiplicativo en lugar de aditivo sobre la media. Se podrían usar otras funciones de enlace alternativas cuando falla el enlace canónico:

*Enlace Identidad: $g(\mu) = \mu$

*Enlace Raíz Cuadrada: $g(\mu) = \sqrt{\mu}$.

Sin embargo, estas funciones de enlace pueden ser problemáticas para las predicciones de μ_i , ya que $g(\hat{\mu}_i) = \sum_{j=1}^p x_{ij} \hat{\beta}_j$ podría ser negativo.

II.5 EL MODELO DE REGRESIÓN POISSON

El Modelo de Regresión Poisson (MRP) es el modelo de referencia en estudios de variables de recuento (Cameron y Trivedi, 1998; Winkelmann, 2000). La principal bondad del Modelo de Regresión Poisson es que es capaz de capturar la naturaleza discreta y no negativa de los datos de recuento, en especial cuando dichos datos de recuento proceden de eventos raros es decir cuando la frecuencia de ocurrencia es baja.

II.5.1 OBJETIVOS DEL MODELO DE REGRESIÓN POISSON (MRP)

Los objetivos del MRP son los siguientes:

- Evaluar la asociación entre dos variables controlando el efecto de otras.
- Estimar efectos de covariables sobre una variable respuesta medida en forma de conteos.
- Realizar predicciones.

II.5.2 FORMULACIÓN DEL MODELO DE POISSON CON ENLACE LOGARÍTMICO

$$E(Y) = \mu = e^{\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_K X_K}$$

Donde los supuestos son:

1. Las respuestas $(y_i) : i=1,2,\dots,n$ son independientes
2. $a(\phi) = 1$, la función varianza es constante.
3. El número promedio de éxitos es constante en todos los intervalos.
4. Las covariables (X_1, X_2, \dots, X_K) pueden ser numéricas o cualitativas.
5. $Y_i \sim \text{Poisson}(\mu_i); \quad i=1,2,\dots,n$
6. $E(Y_i) = V(Y_i) = \mu_i; \quad i=1,2,\dots,n$ (Heterocedasticidad)

Aplicando el enlace canónico se tiene el siguiente modelo linealizado:

$$\eta = \theta = \log \mu = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_K X_K$$

La distribución de Poisson se caracteriza por la equidispersión, toda vez que:
 $Var(Y) = E(Y) = \mu$. Sin embargo, un problema que se da con cierta frecuencia en este modelo es que la relación media-varianza no es equitativa. Las desviaciones en relación a la equidispersión pueden resultar en:

- Sobredispersión: Si $Var(Y) > E(Y)$.
- Infradispersión o Subdispersión: $Var(Y) < E(Y)$.

II.5.3 LA VARIABLE OFFSET O DE EXPOSICIÓN

Es aquella “variable adicional” que se recomienda agregar al Modelo de Regresión Poisson en los casos en que los recuentos de observaciones se dan en períodos de tiempo, tamaños poblacionales o espacio no homogéneos entre los valores de las variables explicativas, la variable de exposición, también denominada “offset” se simboliza por t . Se debe tener en cuenta en los casos que la variable de exposición toma el mismo valor o son aproximadamente iguales para todas las observaciones, no es necesario incluirlas en el modelo, dado que actuaría como una constante.

Ejemplo, si la unidad de observación es la producción de un determinado terreno, nuestra variable de exposición (t) sería los registros de la superficie que ocupa cada terreno.

El Modelo de Regresión Poisson conteniendo a la variable offset será:

$$\log(\mu_i) = \log(t_i) + \sum_{j=1}^p x_{ij}\beta_j \quad i=1,2,\dots,n$$

La ecuación del Modelo de Regresión Poisson que permite obtener los valores de conteo esperados, incorporando la variable offset es:

$\mu_i = t_i \exp(x_i \beta)$, donde t_i es un vector columna que contiene los valores de exposición para cada unidad de observación.

II.6 ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS

El procedimiento más utilizado para realizar la estimación es el método Score de Fisher el cual se basa en la Función Score obtenida a partir de la función de verosimilitud (nelder y Wedderburn 1972).

Para un vector de observaciones independientes, la función log-verosímil para el Modelo de Regresión Poisson toma la forma:

$$L(\beta; y, x) = \sum_{i=1}^n y_i \log \mu_i - \mu_i - \log y_i!$$

El valor que maximice $L(\beta)$ es el vector de coeficientes estimados $\hat{\beta}$.

Derivando $L(\beta)$ con respecto a β se tiene que:

$$\begin{aligned} \frac{\partial L(\beta)}{\partial \beta} &= \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i) x_i = 0, \\ &= \sum_{i=1}^n (y_i - \exp(x_i \hat{\beta}_i)) x_i = 0 \end{aligned}$$

Resolviendo el sistema de ecuaciones se obtiene el vector $\hat{\beta}$ de estimaciones de β . Por la teoría estándar de máxima verosimilitud de modelos correctamente especificados, $\hat{\beta}$ es un estimador consistente para β y es asintóticamente normal con la matriz de covarianzas muestral:

$$V(\hat{\beta}) = (\sum_{i=1}^n x_i x_i' \hat{y}_i)^{-1}$$

Donde $x_i = (x_{i1}, \dots, x_{ip})$

A partir del conocimiento de la distribución de $\hat{\beta}$ se puede realizar las pruebas de hipótesis y construir los intervalos de confianza.

II.7 INTERPRETACIÓN DE LOS PARÁMETROS

En los modelos de regresión Poisson se calcula los riesgos, probabilidades o tasas de incidencias.

Sea el modelo con una variable explicativa, se tiene:

$$E(Y/X) = \mu = \exp(\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_i)$$

Expresando en función al enlace canónico la expresión anterior se obtiene el valor ajustado para X_i :

$$\eta(Y/X_i) = \log[\mu(Y/X_i)] = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_i$$

El valor ajustado para un valor de $(X_i + 1)$:

$$\eta(Y/X_i + 1) = \text{Log}[\mu(Y/X_i + 1)] = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 (X_i + 1)$$

$$\eta(X_i + 1) = \eta(X_i) + \hat{\beta}_1$$

$$\eta(X_i + 1) - \eta(X_i) = \hat{\beta}_1$$

$$\text{Log} [\mu(Y/X_i + 1)] - \log[\mu(Y/X_i)] = \hat{\beta}_1$$

$$\text{Log} \left[\frac{\mu(Y/X_i + 1)}{\mu(Y/X_i)} \right] = \hat{\beta}_1$$

Aplicando el antilogaritmo se obtiene el Riesgo Relativo (RR) estimado:

$$RR_{\text{Estimado}} = e^{\hat{\beta}_1}$$

Las estimaciones de los parámetros a menudo son interpretadas en términos de razón de incidencias, es decir, $\exp(\beta_j)$ representa el riesgo relativo (RR) sobre la tasa de incidencia de los sucesos asociada a un incremento de una unidad en la covariable x_j . el Riesgo Relativo se puede interpretar como el incremento (o la disminución) en el riesgo de tener el evento dado que la variable $(X_i + 1)$ comparado con el riesgo de un individuo que tiene X_i .

Si $RR = 1$, quiere decir que la variable X_i no ejerce efecto alguno sobre el evento de interés Y_i , ambas son independientes.

Si $RR > 1$, quiere decir que el factor presente aumenta el riesgo de tener el resultado esperado.

Si $RR < 1$, quiere decir que el factor presente disminuye el riesgo de tener el resultado esperado, sería un factor de protección.

II.8 EVALUACIÓN DE LA BONDAD DEL AJUSTE DEL MRP

II.8.1 LA FUNCIÓN DESVIANZA

La bondad de ajuste en un modelo lineal generalizado es evaluada a través de la función desvianza y está dada por :

$$D(y; \hat{\mu}) = -2 \log \left[\frac{\sum_{i=1}^n L(\hat{\mu}_i; y_i)}{\sum_{i=1}^n L(y_i; y_i)} \right] = 2 \log l(y_i; y_i) - 2 \log l(\hat{\mu}_i; y_i)$$

Donde:

$\sum_{i=1}^n L(\hat{\mu}_i; y_i)$ modelo propuesto ($p < n$)

$\sum_{i=1}^n L(y_i; y_i)$, modelo saturado ($p = n$)

n : número de variables, p : número de parámetros involucrados en el modelo.

La estadística resultante se conoce con el nombre de función desvianza o función desvíos. De la expresión anterior se tiene la función desvío para el modelo de regresión Poisson:

$$D(y; \hat{\mu}) = 2 \sum_{i=1}^n \{y_i \log \left(\frac{y_i}{\hat{\mu}_i} \right) - (y_i - \hat{\mu}_i)\}$$

Si el modelo incluye una constante, se puede demostrar que $\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{\mu}_i) = 0$, por tanto la función desvío se expresa en su forma más usual como:

$$D(y; \hat{\mu}) = 2 \sum_{i=1}^n y_i \log \left(\frac{y_i}{\hat{\mu}_i} \right), \sim X_{n-p}^2, n \rightarrow \infty.$$

donde y es el número de eventos, n es el número de observaciones, $\hat{\mu}$ es la respuesta media Poisson ajustada.

Una desvianza igual a cero indica que el modelo con p parámetros, se ajusta a los datos igual que el modelo saturado, en consecuencia un valor pequeño de la desvianza indica que para un número menor de parámetros ($p < n$) se obtiene un ajuste aproximado al modelo saturado.

II.8.2 PSEUDO COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN (R^2)

En diferentes literaturas se han propuesto diferentes medidas de bondad de ajuste R^2 , por lo que generalmente tiene el calificativo de pseudo R^2 , los cuales pretenden emular la función que tiene el coeficiente de determinación (R^2) en la regresión lineal múltiple, por lo que su valor pretende expresar la cantidad de variabilidad (esto es, de varianza) que es explicado por el modelo, en tal sentido a mayor valor de R^2 mejor ajustado estará el modelo.

II.8.3 ESTADÍSTICA CHI-CUADRADO DE PEARSON

La estadística Chi-cuadrado de Pearson en el caso de la regresión Poisson es la siguiente:

$$X^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(y_i - \hat{\mu}_i)^2}{V(\hat{\mu}_i)}$$

Donde: $V(\hat{\mu})$ es la función de varianza estimada para la distribución de la variable respuesta.

Esta estadística se usa como una medida de bondad de ajuste para la comparación de varios modelos, ya que se mide las frecuencias observadas y esperadas del modelo ajustado.

II.8.4 ESTADÍSTICA DE WALD

Esta estadística de Wald juega el mismo rol que el estadístico “T” en el análisis de regresión lineal múltiple. Permite contrastar las hipótesis de que los parámetros del modelo son igual a cero.

Hipótesis :

$$H_0 : \beta_j = 0$$

$$H_1 : \beta_j \neq 0 \text{ para al menos un } j = 1, 2, \dots, p$$

La estadística para la prueba es:

$$W = \left(\frac{\hat{\beta}}{Se(\hat{\beta})} \right)^2 \sim \chi_1^2$$

II.8.5 CRITERIO DE INFORMACIÓN DE AKAIKE – AIC

Basado en la minimización de la distancia entre la distribución de la variable de respuesta Y usando el modelo reducido y bajo el modelo completo. Se define como:

$$AIC = 2p - 2\log(L)$$

Donde, p es el número de parámetros del modelo y L es el valor máximo de la función de verosimilitud para el modelo estimado.

El AIC es otra medida de contraste entre modelos que penaliza en alguna medida que éstos tengan muchos parámetros

En principio el criterio de selección será escoger modelos con valores más bajos de AIC.

II.8.6 ESTIMACIÓN DEL PARÁMETRO DE DISPERSIÓN

La función varianza en el modelo Poisson es $V(\mu) = \mu$. El parámetro ϕ en el caso de la distribución Poisson se prefija en 1. Sin embargo, si requerimos estimar este parámetro igual el cual se definirá según McCullagh y Nelder (1991) como:

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{X^2}{n-p} = \sum_{i=1}^n \frac{(y_i - \hat{\mu}_i)^2}{\hat{\mu}_i} / (n-p)$$

Estimar el parámetro de dispersión nos llevará primordialmente a una detección preliminar de no existencia de equidispersión asumida en un modelo de regresión Poisson.

II.9 EVALUACIÓN DE LA ADECUACIÓN DEL MODELO

Se trata de detectar observaciones que potencialmente puedan ocasionar un impacto importante en el modelo por ser atípicos o demasiado influyentes (outliers), de forma que las estimaciones del modelo se encuentran desviadas. El interés por detectar estas observaciones consiste en el impacto en sí en el modelo y también en que pueden corresponder a errores de introducción de datos o a datos extremos que puedan ser de interés para su estudio individualizado. Cuando detectemos valores/sujetos extremos deberíamos observar su efecto sobre las estimaciones, con lo que obtendríamos un ajuste más adecuado y estimaciones más correctas de los coeficientes de regresión.

II.9.1 ANÁLISIS EXPLORATORIO DE LOS RESIDUOS

II.9.1.1 RESIDUAL PEARSON

Se definen de la siguiente manera:

$$r_i^p = \frac{y_i - \hat{\mu}_i}{\sqrt{\text{Var}(y_i)}}; i = 1, 2, \dots, n$$

II.9.1.2 RESIDUAL PEARSON ESTUDENTIZADO

Es usado también para detectar errores en el ajuste del modelo, se definida como:

$$r_i^{p'} = \frac{y_i - \hat{\mu}_i}{\sqrt{(\hat{\mu}_i)(1-h_i)}}; \quad i=1, 2, \dots, n,$$

donde h_i es el i -ésimo elemento de la matriz de proyección.

Cualquier residual estandarizado cuyo valor absoluto sea superior al valor 2 debería ser evaluado posteriormente, aunque ello no indica que tales observaciones sean necesariamente outliers.

Los residuales de Pearson presentan problemas de asimetría, por lo que se sugiere transformarlos.

II.9.1.3 ANALISIS DE RESIDUALES EN EL MODELO LINEAL GENERALIZADO

Los residuales ordinarios del modelo lineal generalizado son las diferencias entre las observaciones y los valores ajustados:

$$\begin{aligned}e_i &= y_i - \hat{y}_i \\ &= y_i - \hat{\mu}_i\end{aligned}$$

El i -ésimo residual de desviación se define como la raíz cuadrada de la contribución de la i -ésima observación a la desviación, multiplicada por el signo del residual original, es decir:

$$r_{Di} = \sqrt{d_i} \cdot \text{signo}(y_i - \hat{y}_i)$$

Donde: d_i es la contribución de la i -ésima observación a la desviación. Para el caso de la regresión Poisson con enlace logarítmico se tiene:

$$d_i = y_i \ln \left(\frac{y_i}{e^{x_i' \beta}} \right) - (y_i - e^{x_i' \beta}), i = 1, 2, \dots, n.$$

Nótese que a medida que el valor observado de la respuesta y_i y el valor predicho $\hat{y}_i = e^{x_i' \beta}$ se acercan entre sí, los residuales de la desviación tienden a cero. Por lo general, los residuales de desviación se comportan en forma casi similar a los residuales ordinarios en un modelo de regresión lineal con la teoría normal estándar. Cuando se grafican los residuales de desviación en función de valores ajustados se acostumbra transformar a los primeros a una escala constante de información para respuestas de Poisson, usar $2\sqrt{\hat{y}_i}$

II.10 LA SOBREDISPERSIÓN

Cuando se modela datos de respuesta con distribución Binomial o de Poisson la sobredispersión es un fenómeno que sucede a veces. Básicamente quiere decir que la varianza de la respuesta es mayor de la que se podría esperar para esa elección de distribución estadística de la respuesta. Con frecuencia la presencia de sobredispersión se determina evaluando el valor de la desviación

(desviación) del modelo dividido entre los grados de libertad. Si el cociente es mucho mayor que la unidad, es posible que haya sobredispersión.

La forma más directa de modelar este caso es permitir que la función de varianza de las distribuciones binomial o de Poisson tenga un factor multiplicativo de dispersión ϕ , de modo que:

$$\begin{array}{ll} Var(y) = \phi\mu(1 - \mu) & \text{distribución binomial} \\ Var(y) = \phi\mu & \text{distribución de Poisson} \end{array}$$

Los modelos se ajustan en la forma acostumbrada y los valores de los parámetros del modelo no se afectan por el valor de ϕ . El parámetro ϕ se puede especificar en forma directa si se conoce su valor, o quizá se pueda estimar replicando algunos de los puntos de datos, también, se puede estimar de forma directa.

Entre las diversas causas de la sobredispersión podemos mencionar:

1. Alta variabilidad en los datos.
2. Los datos no provienen de una distribución Poisson.
3. Los eventos no ocurren independientemente a través del tiempo.
4. Falta de estabilidad, es decir, la probabilidad de ocurrencia de un evento puede ser independiente de la ocurrencia de un evento previo pero no es constante.
5. Errores de especificación de la media (Winkelmann, 2000) como omitir variables explicativas o que entran al modelo a través de alguna transformación en lugar de linealmente.

CAPITULO III

ESTUDIO DE LA DESNUTRICIÓN CRÓNICA EN NIÑOS MENORES DE 5 AÑOS DE EDAD

Con el fin de cumplir con el objetivo de determinar los factores asociados a la desnutrición crónica en niños menores de 5 años, en este capítulo realizaremos el análisis de los datos ajustando un Modelo de Regresión Poisson, así como la aproximación a un modelo logístico (Binomial) el cual ha sido descrito en el capítulo anterior.

Para la realización del presente trabajo se tomaron resultados obtenidos en diversos estudios realizados, principalmente de La Encuesta Demográfica y de Salud Familiar, ENDES continua 2007, así como los resultados del Informe Principal de La Encuesta Demográfica y de Salud Familiar, ENDES Continua 2004 - 2006.

III.1 MUESTRA

No se usó ningún diseño de muestreo ya que se contaba con los resultados en tablas de contingencia.

La muestra obtenida está constituida por 632,098 niños que adolecen de desnutrición crónica a nivel nacional.

III.2 DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES

III.2.1 Variable dependiente o de respuesta (Y):

Y: dicha variable se construyó según el patrón de referencia de la OMS, es decir si el valor de la talla del niño(a) menor de 5 años es mayor o igual a $-2DS$

el diagnóstico del niño(a) es Normal y si la talla se ubica por debajo de $-2DS$ el diagnóstico del niño(a) es Desnutrición crónica.

III.2.2 Covariables

Tabla 1 : Descripción de Covariables

VARIABLE	DESCRIPCIÓN	TIPO	CODIFICACIÓN
Sexo	Género del niño	Cualitativo nominal	1: Hombre 2: Mujer
Edad del niño (EDADCAT)	Tiempo que el niño (a) ha vivido desde que nació	Cualitativo Ordinal	1: Menor de 1 año 2: de 1 a 3 años 3: Mayor de 3 años
Educación de la Madre (EDUCMADRE)	Máximo nivel de educación que ha recibido la madre	Cualitativo Ordinal	0: sin educación 1: Primaria 2: Secundaria 3: Superior
Seguro de Salud (SEGSAL)	Si la familia cuenta con seguro de salud	Cualitativo nominal	0 : No cuenta con seguro de salud 1: Cuenta con seguro de salud
Índice de Riqueza (INDRIQ)	Nivel de ingresos de la familia	Cualitativo Ordinal	1: Bajo 2: Medio 3: Alto
Región Natural (REGNAT)	Región Natural a la cual pertenece	Cualitativo nominal	1: Lima Metropolitana 2: Resto Costa 3: Sierra 4: Selva

III.3 PROCESAMIENTO DE DATOS

Para el respectivo procesamiento de los datos se utilizó el programa estadístico R.

III.4 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Para el análisis del modelo de regresión Poisson se consideraron todas las variables en estudio obteniendo como criterio referencial $AIC = 330,049$, con el fin de comparar más adelante la eliminación de variables en el modelo, a continuación se presenta los valores de los coeficientes estimados ($\hat{\beta}$), los riesgos relativos y su nivel de significancia en el modelo ($Pr > |z|$).

TABLA 1: Coeficientes Estimados de la Regresión Poisson con enlace Logaritmo

	$\hat{\beta}$	Std. Error	z value	Pr(> z)	RR
(Intercept)	-2.487432	0.006709	-370.743	<2e-16	0.08
SEXO : Hombre	0.177562	0.002534	70.061	<2e-16	1.19
SEXO : Mujer	0 ^a				
EDADCAT : > 3 años	0.528342	0.004159	127.021	<2e-16	1.70
EDADCAT : 1-3 años	0.524798	0.00415	126.472	<2e-16	1.69
EDADCAT : < 1 año	0 ^a				
EDUCMADRE : Secundaria	-0.484613	0.003256	-148.843	<2e-16	0.62
EDUCMADRE : Sin_educación	0.007066	0.005154	1.371	0.17	1.01
EDUCMADRE : Superior	-1.088368	0.006051	-179.859	<2e-16	0.34
EDUCMADRE : Primaria	0 ^a				
SEGSAL : Si	0.059205	0.003157	18.752	<2e-16	1.06
SEGSAL : No	0 ^a				
INDRIQ : Bajo	0.752607	0.005372	140.095	<2e-16	2.12
INDRIQ :Medio	0.589334	0.005051	116.67	<2e-16	1.80
INDRIQ :Alto	0 ^a				
REGNATR : Resto_Costa	-0.080428	0.006113	-13.158	<2e-16	0.92
REGNAT : Selva	0.256281	0.006278	40.821	<2e-16	1.29
REGNAT : Sierra	0.438211	0.005671	77.272	<2e-16	1.55
REGNAT : Lima Metropolitana	0 ^a				

a: Parámetro de referencia

De la tabla se observa de manera general que todas las variables en estudio son significativas en el modelo a un nivel del 5%, sin embargo en la variable educación de la madre (Educmadre) para la categoría sin nivel de educación se obtiene un p-valor de 0.17, el cual no significa que por dicha categoría se elimine del modelo dicha variable dado que en diversos estudios está demostrado que el nivel de educación de la madre influye en el nivel de desnutrición de los niños menores de 5 años.

El sexo del niño se encuentra significativamente asociado al número de niños con desnutrición crónica infantil, del cual se obtiene que es 1.19 veces más probable la ocurrencia en niños que en niñas menores de 5 años, el cual podría reflejar características biológicas de cada sexo.

El grado de instrucción de la madre es otra variable asociada al número de niños desnutridos con desnutrición crónica, en particular, que la madre tenga nivel de instrucción superior disminuye el riesgo que cuando se tiene grado de instrucción primaria. La mujer con educación superior respecto de aquella que tiene educación primaria disminuye el riesgo en un 66% de tener niños con desnutrición crónica; las mujeres que tienen educación secundaria en comparación a aquellas que tienen educación primaria disminuye el riesgo de

tener niños con desnutrición crónica en un 38%, en consecuencia se puede decir que a mayor nivel de educación disminuye el riesgo, por lo que se constituye esta variable como un factor de protección. Muy por el contrario se observa que aquellas mujeres sin nivel de instrucción no influye en que tengan niños con desnutrición crónica, esto se debe a que a nivel nacional solo el 3.5% de las mujeres de 15 a 49 años no tienen grado de instrucción⁴.

Aquellos niños que tienen de 1 a 5 años de edad aumenta en 1.70 veces el riesgo de tener niños con desnutrición crónica, este comportamiento se debe a que por lo general a partir del primer año de vida en adelante el niño empieza a ingerir alimentos sólidos, por lo que son especialmente vulnerables a dietas baja en calidad y cantidad de proteína. En cuanto a aquellas familias que cuentan con seguro de salud es 1.06 más veces el riesgo de tener niños con desnutrición crónica respecto de aquellas familias que no cuentan con seguro de salud, estos se debe a que la proporción de familias que tienen o no tienen seguro de salud son casi iguales para este estudio. La variable índice de riqueza también se encuentra asociada a la desnutrición crónica tal es así que aquella familia que tenga una condición económica bajo (pobre) es 2.12 veces más riesgoso a que contribuyan con la desnutrición crónica infantil respecto de aquellas familias que tienen una condición económica alta, asimismo aquellas familias cuya condición económica es media la probabilidad de contribuir con la desnutrición crónica es 1.8 veces más que aquellas familias que cuentan con una condición económica elevada.

En cuanto a las regiones naturales a las cuales pertenecen se tiene que aquellas familias que residen en la sierra la probabilidad de tener niños con desnutrición crónica es 1.55 más riesgosa que aquellas familias que residen en Lima Metropolitana.

III.5 SELECCIÓN DE VARIABLES

Para la selección de variables se tuvo limitaciones dado que el número de variables en el presente estudio es muy reducido, los resultados obtenidos se muestran a continuación:

⁴ Fuente: ENDES continua 2004-2006 Informe Principal.

Modelo completo:

$$E(Y/X=x) = e^{\beta_0 + \beta_1 \text{sexo} + \beta_2 \text{edadcat} + \beta_3 \text{educmadre} + \beta_4 \text{segsal} + \beta_5 \text{indriq} + \beta_6 \text{regnat}}$$

Donde : AIC = 330,049 Desvianza = 328,362

Modelo reducido eliminando la covariable sexo:

$$E(Y/X=x) = e^{\beta_0 + \beta_2 \text{edadcat} + \beta_3 \text{educmadre} + \beta_4 \text{segsal} + \beta_5 \text{indriq} + \beta_6 \text{regnat}}$$

Donde : AIC = 334,977 Desvianza = 333,292

Modelo reducido eliminando la covariable edad del niño:

$$E(Y/X=x) = e^{\beta_0 + \beta_1 \text{sexo} + \beta_3 \text{educmadre} + \beta_4 \text{segsal} + \beta_5 \text{indriq} + \beta_6 \text{regnat}}$$

Donde : AIC = 350,535 Desvianza = 348,853

Modelo reducido eliminando la covariable educación de la madre

$$E(Y/X=x) = e^{\beta_0 + \beta_1 \text{sexo} + \beta_2 \text{edadcat} + \beta_4 \text{segsal} + \beta_5 \text{indriq} + \beta_6 \text{regnat}}$$

Donde : AIC = 376,539 Desvianza = 374,859

Modelo reducido eliminando la covariable seguro de salud:

$$E(Y/X=x) = e^{\beta_0 + \beta_1 \text{sexo} + \beta_2 \text{edadcat} + \beta_3 \text{educmadre} + \beta_5 \text{indriq} + \beta_6 \text{regnat}}$$

Donde : AIC = 330,402 Desvianza = 328,717

Modelo reducido eliminando la covariable índice de riqueza:

$$E(Y/X=x) = e^{\beta_0 + \beta_1 \text{sexo} + \beta_2 \text{edadcat} + \beta_3 \text{educmadre} + \beta_4 \text{segsal} + \beta_6 \text{regnat}}$$

Donde : AIC = 351,790 Desvianza = 350,108

Modelo reducido eliminando la covariable región natural:

$$E(Y/X=x) = e^{\beta_0 + \beta_1 \text{sexo} + \beta_2 \text{edadcat} + \beta_3 \text{educmadre} + \beta_4 \text{segsal} + \beta_5 \text{indriq}}$$

Donde : AIC = 346,995 Desvianza = 345,315

De los resultados obtenidos se tiene que el modelo que explica mejor a la desnutrición crónica es el modelo que contiene a todas las variables, toda vez que al eliminar cualquier variable del modelo el AIC aumenta respecto del valor obtenido del modelo completo, asimismo se puede corroborar con los valores de la desvianza cuyo menor valor es el del modelo completo, si se compara con los resultados del modelo en el cual no se incluye la variable seguro de salud éstos son próximos al modelo completo, no se toma en cuenta toda vez

que según diversos estudios realizados el que tenga la familia seguro de salud influye en la desnutrición crónica del niño menor de 5 años.

III.6 ANÁLISIS DE RESIDUOS

Con la finalidad de verificar que nuestro modelo en estudio cumpla con los requisitos de un modelo de regresión Poisson se realiza el análisis gráfico de los residuos a fin de encontrar algún tipo de patrón aleatorio sin ningún tipo de tendencia y con una varianza constante.

Previamente se procedió a transformar los valores ajustados ($2\sqrt{\hat{y}_i}$) para graficarlos con sus respectivos residuales, para observar el comportamiento de manera similar que en la regresión lineal. Del anexo se observan los gráficos 1 al 4 con lo cual se desprende que nuestro ajuste no presenta dicho comportamiento, asimismo observando los gráficos qqplot se debe de comportar como una línea recta y en algún caso se ve esta desviación por lo que también indica que no se adecúan los datos al modelo, esto se debe a la pocas variables que están incluidas en el modelo debiendo en lo sucesivo incrementar más variables para este tipo de estudio.

III.7 LA DISTRIBUCIÓN POISSON COMO UNA APROXIMACIÓN A LA DISTRIBUCIÓN BINOMIAL

En el capítulo anterior se hizo mención la aproximación de una distribución Poisson a una distribución Binomial, para el presente estudio se aplicó dicha aproximación por lo que usando el enlace logit a nuestro modelo se obtuvieron los siguientes resultados:

TABLA 2: Coeficientes Estimados de la Regresión Logística con enlace Logit

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)	OR
(Intercept)	-2.479643	0.007531	-329.243	< 2e-16	0.08
SEXO : Hombre	0.286272	0.00319	89.727	< 2e-16	1.33
SEXO : Mujer	0 ^a				
EDADCAT : > 3 años	0.771879	0.004925	156.737	< 2e-16	2.16
EDADCAT : 1-3 años	0.767241	0.004909	156.285	< 2e-16	2.15
EDADCAT : < 1 año	0 ^a				
EDUCMADRE : Secundaria	-0.724851	0.003865	-187.538	< 2e-16	0.48
EDUCMADRE : Sin_educación	0.02245	0.007138	3.145	0.00166	1.02
EDUCMADRE : Superior	-1.405233	0.006527	-215.302	< 2e-16	0.25
EDUCMADRE : Primaria	0 ^a				
SEGSAL : Si	0.097031	0.00384	25.268	< 2e-16	1.10
SEGSAL : No	0 ^a				
INDRIQ : Bajo	0.991735	0.005977	165.917	< 2e-16	2.70
INDRIQ :Medio	0.702731	0.005532	127.032	< 2e-16	2.02
INDRIQ :Alto	0 ^a				
REGNATR : Resto_Costa	-0.142336	0.006704	-21.232	< 2e-16	0.87
REGNAT : Selva	0.273268	0.007125	38.353	< 2e-16	1.31
REGNAT : Sierra	0.576302	0.006249	92.218	< 2e-16	1.78
REGNAT : Lima Metropolitana	0 ^a				

De manera similar que cuando se obtuvo un modelo de regresión Poisson para el modelo de regresión logística todas las variables son significativas en el modelo, asimismo de la tabla 8 del anexo, se observa que el modelo completo explica la desnutrición crónica en niños menores de 5 años.

TABLA 3: Resultados Odds Ratio vs. Riesgo Relativo

	OR	RR
(Intercept)	0.08	0.08
SEXO : Hombre	1.33	1.19
SEXO : Mujer	0 ^a	
EDADCAT : > 3 años	2.16	1.70
EDADCAT : 1-3 años	2.15	1.69
EDADCAT : < 1 año	0 ^a	
EDUCMADRE : Secundaria	0.48	0.62
EDUCMADRE : Sin_educación	1.02	1.01
EDUCMADRE : Superior	0.25	0.34
EDUCMADRE : Primaria	0 ^a	
SEGSAL : Si	1.10	1.06
SEGSAL : No	0 ^a	
INDRIQ : Bajo	2.70	2.12
INDRIQ :Medio	2.02	1.80
INDRIQ :Alto	0 ^a	
REGNATR : Resto_Costa	0.87	0.92
REGNAT : Selva	1.31	1.29
REGNAT : Sierra	1.78	1.55
REGNAT : Lima Metropolitana	0 ^a	

De la tabla 3 se observan los valores obtenidos, tienen la misma tendencia en cuanto a la determinación de los factores de riesgo asociados a la desnutrición crónica infantil en niños menores de 5 años de edad. Del mismo modo, se puede decir que la chance de tener un niño con desnutrición crónica cuando la situación económica de la familia es bajo es 2.70 veces más de aquellas familias el cual tiene un nivel económico alto. El hecho de vivir en la sierra aumenta la chance de tener un niño con desnutrición crónica 1.78 veces más que aquella familia que reside en Lima Metropolitana. Asimismo, aquel niño que tiene a partir de 1 año de edad 2.15 veces más chance de padecer de desnutrición crónica de aquel niño que es menor de un año de edad.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

IV.1 CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos, se pueden formular las siguientes conclusiones:

1. Los riesgos que determinan la asociación con la desnutrición crónica infantil en los niños menores de 5 años de edad, se presenta cuando el niño inicia el segundo año de edad (1 año a más), y el sexo del niño es hombre.
2. Los riesgos que determinan la asociación con la desnutrición crónica en cuanto al aspecto familiar se presenta cuando el nivel socioeconómico de la familia es bajo (pobre), asimismo cuando la región natural en donde residen se encuentra en la sierra o selva de nuestro país.
3. Se tiene que el grado de instrucción de la madre y un nivel socioeconómico familiar elevado, determinan un factor de protección, es decir disminuye la probabilidad de ocurrencia de desnutrición crónica en niños.
4. Cuando se plantean problemas con un modelo de regresión de Poisson, también se pueden plantear como un modelo de regresión logística, y como era de esperar en el presente estudio, se obtuvieron las mismas tendencias en cuanto a la explicación del modelo y la determinación de factores de riesgo para la desnutrición crónica en niños menores de 5 años. Hay que tener en cuenta, no obstante, que el modelo logístico modeliza el odds ratio, mientras que el de Poisson modeliza la

probabilidad (RR), por lo tanto los coeficientes sólo coincidirán cuando la probabilidad sea pequeña y la muestra sea grande.

IV.2 RECOMENDACIONES

1. Se recomienda para estudios futuros incrementar el número de variables al modelo de regresión de Poisson, a fin de explicar mejor la desnutrición crónica en niños.

ANEXOS

BASE DE DATOS :DESNUTRICIÓN INFANTIL FINAL RES.asv

```
> attach(DATOSDESNUTRI)
```

```
>
```

```
modelo1=glm(CASOS~SEXO+EDADCAT+EDUCMADRE+SEGSAL+INDRIQ+REGNA  
T+offset(log(POB)),family=poisson(log))
```

```
> summary(modelo1)
```

Call:

MODELACIÓN DEL NÚMERO DE CASOS DE DESNUTRICIÓN INCLUYENDO LA VARIABLE DE EXPOSICIÓN (OFFSET) QUE SE DENOMINA POB

```
glm(formula = CASOS ~ SEXO + EDADCAT + EDUCMADRE + SEGSAL + INDRIQ +  
REGNAT + offset(log(POB)), family = poisson(log))
```

Deviance Residuals:

```
Min      1Q  Median      3Q      Max  
-83.59 -24.58 -12.46  12.63  95.66
```

TABLA 1

COEFICIENTES ESTIMADOS DE LA REGRESIÓN POISSON CON ENLACE LOGARITMO

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)	RR
(Intercept)	-2.487432	0.006709	-370.743	<2e-16	0.08
SEXOHombre	0.177562	0.002534	70.061	<2e-16	1.19
EDADCAT>_3_años	0.528342	0.004159	127.021	<2e-16	1.70
EDADCAT1_-_3_años	0.524798	0.00415	126.472	<2e-16	1.69
EDUCMADRESecundaria	-0.484613	0.003256	-148.843	<2e-16	0.62
EDUCMADRESin_educación	0.007066	0.005154	1.371	0.17	1.01
EDUCMADRESuperior	-1.088368	0.006051	-179.859	<2e-16	0.34
SEGSALSí	0.059205	0.003157	18.752	<2e-16	1.06
INDRIQBajo	0.752607	0.005372	140.095	<2e-16	2.12
INDRIQMedio	0.589334	0.005051	116.67	<2e-16	1.80
REGNATResto_Costa	-0.080428	0.006113	-13.158	<2e-16	0.92
REGNATSelva	0.256281	0.006278	40.821	<2e-16	1.29
REGNATSierra	0.438211	0.005671	77.272	<2e-16	1.55

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Dispersion parameter for poisson family taken to be 1)

TABLA 2

COEFICIENTES ESTIMADOS:

(Intercept)	SEXOHombre	EDADCAT>_3_años
-2.487432	0.177562	0.528342
EDADCAT1_-_3_años	EDUCMADRESecundaria	EDUCMADRESin_educación
0.524798	-0.484613	0.007066
EDUCMADRESuperior	SEGSALSí	INDRIQBajo
-1.088368	0.059205	0.752607
INDRIQMedio	REGNATResto_Costa	REGNATSelva
0.589334	-0.080428	0.256281
REGNATSierra		
0.438211		

AJUSTE DEL MODELO

Null deviance: 652742 on 359 degrees of freedom
Residual deviance: 328362 on 347 degrees of freedom
AIC: 330049

SELECCIÓN DE VARIABLES (PRIMER MÉTODO)

Number of Fisher Scoring iterations: 6

TABLA 3

ESTADÍSTICAS DE BONDA DE AJUSTE

	Df	Deviance	AIC
<none>		328362	330049
SEGSAL	1	328717	330402
SEXO	1	333292	334977
REGNAT	3	345315	346995
EDADCAT	2	348853	350535
INDRIQ	2	350108	351790
EDUCMADRE	3	374859	376539

ANALISIS DE RESIDUOS

GRAFICO 1

RESIDUALES ESTANDARIZADOS

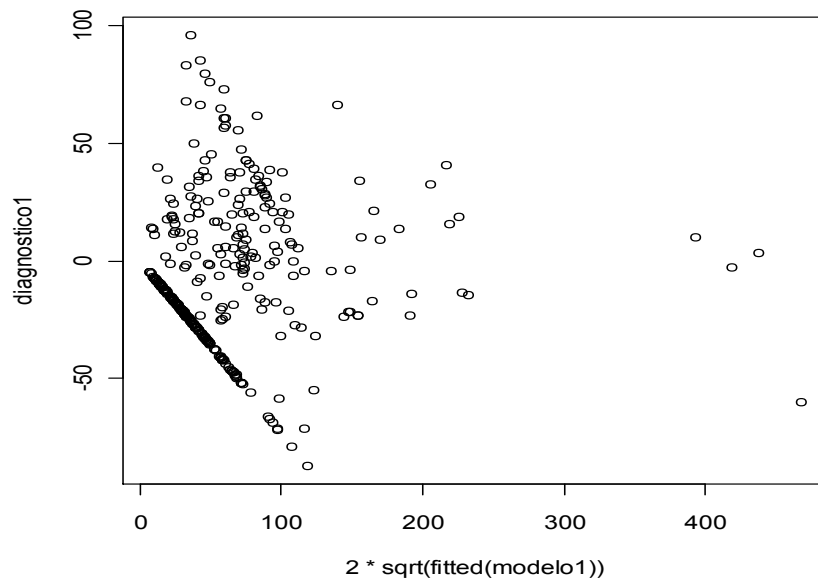


GRAFICO 2

RESIDUALES ESTANDARIZADOS

Normal Q-Q Plot

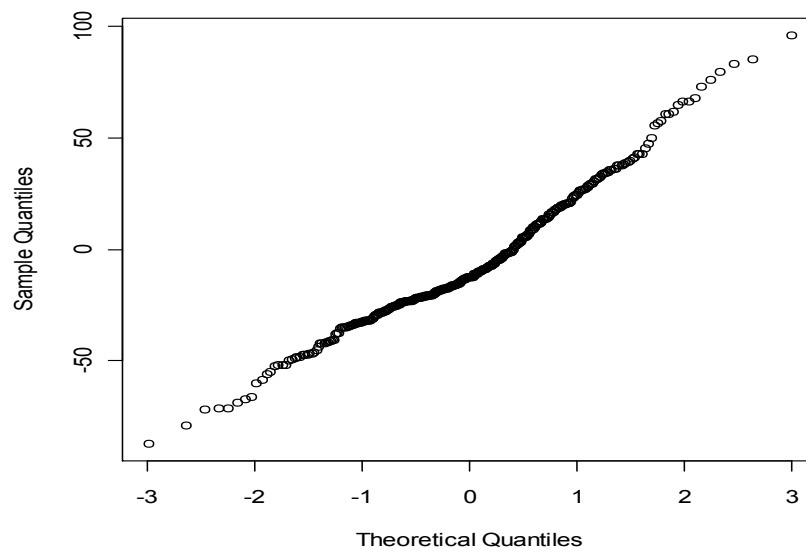


GRAFICO 3

RESIDUALES ESTUDENTIZADOS

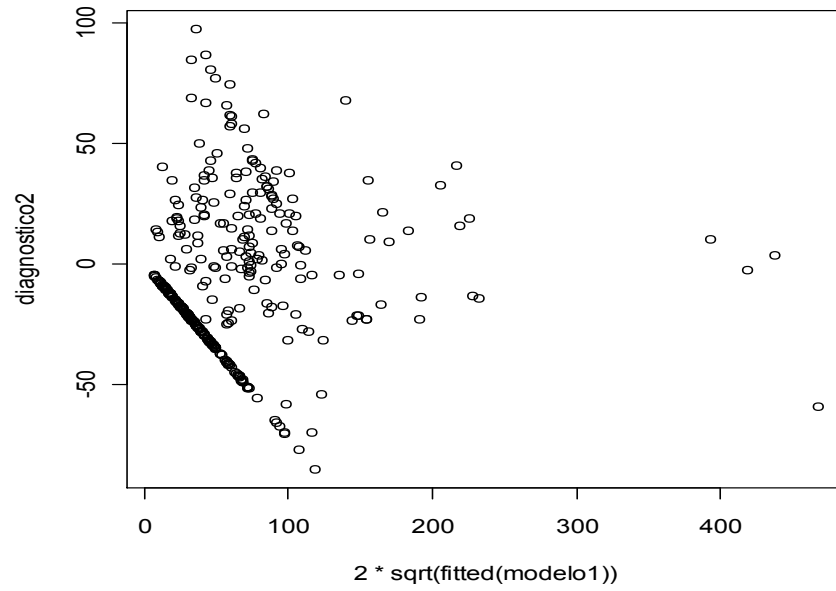


GRAFICO 4

RESIDUALES ESTUDENTIZADOS

Normal Q-Q Plot

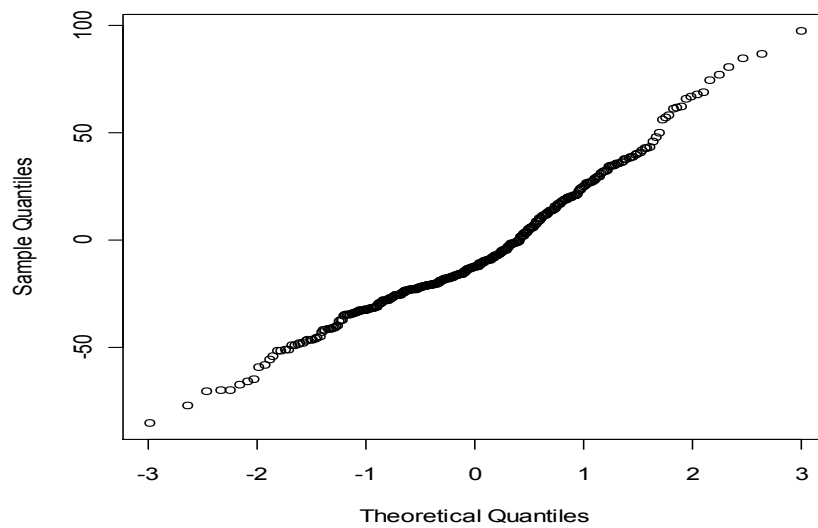


TABLA 4**VALORES AJUSTADOS**

1	2	3	4	5	6
26.40339	10.84788	11.50952	18.3342	22.28169	12.72717
7	8	9	10	11	12
15.88068	26.45594	49.99303	32.1326	34.70653	26.70346
13	14	15	16	17	18
32.53746	42.78675	46.79966	49.83035	33.28281	79.08759
19	20	21	22	23	24
26.63399	158.49026	81.16247	133.17646	88.91	15.04353
25	26	27	28	29	30
128.28362	75.49861	75.76662	140.56198	43.83936	70.22059
31	32	33	34	35	36
41.64405	116.34199	176.86244	79.66034	75.72809	41.62229
37	38	39	40	41	42
41.02637	60.50921	54.63629	82.7681	77.59529	152.73223
43	44	45	46	47	48
77.64064	85.94343	224.66929	197.82179	133.40748	37.72052
49	50	51	52	53	54
322.80334	127.98955	164.00292	86.07369	206.9607	119.77143
55	56	57	58	59	60
145.92602	250.58473	420.5358	61.12669	338.69027	138.04307
61	62	63	64	65	66
26.06225	111.41394	163.27078	444.92968	124.89994	90.27733
67	68	69	70	71	72
308.32693	429.53335	323.50174	228.7125	267.53018	156.76823
73	74	75	76	77	78
239.05904	393.48451	392.10105	507.1118	157.65143	88.92621
79	80	81	82	83	84
174.88252	87.25495	162.20365	251.36343	215.15572	235.54726
85	86	87	88	89	90
222.79669	323.37764	552.70464	388.23092	139.03189	424.15709
91	92	93	94	95	96
200.37873	319.6072	153.85096	48.83326	221.62377	57.40218
97	98	99	100	101	102
382.76453	80.08676	359.50005	273.82423	473.92128	160.167
103	104	105	106	107	108
227.25878	239.31585	137.42652	128.14783	210.53021	96.70636
109	110	111	112	113	114
112.11604	183.36038	526.3011	530.81035	129.92127	552.79761
115	116	117	118	119	120
270.11375	238.09286	323.54382	125.33598	413.7756	168.02744
121	122	123	124	125	126
433.09343	180.56395	447.44368	1096.44317	124.0138	596.56718
127	128	129	130	131	132
392.49761	573.44031	265.25425	123.53303	691.5943	338.96076
133	134	135	136	137	138
143.73716	575.44653	1028.41208	606.38333	196.64035	690.19028
139	140	141	142	143	144
300.84133	391.408	244.38229	1309.47456	213.94189	604.34723
145	146	147	148	149	150

1307.39596	431.12087	1366.80811	350.88575	476.75838	381.65514
151	152	153	154	155	156
239.83775	1614.30057	834.4129	1256.40638	908.18264	907.25246
157	158	159	160	161	162
200.80832	927.12686	320.91852	753.69249	581.11632	322.34318
163	164	165	166	167	168
210.65229	207.6363	604.94432	985.64159	1045.75841	607.09181
169	170	171	172	173	174
269.90095	299.69836	96.43721	822.36757	483.98704	276.9452
175	176	177	178	179	180
293.8368	825.2869	508.32364	539.32761	154.16587	560.86692
181	182	183	184	185	186
1531.9123	1147.54293	1397.43371	453.74923	264.93137	595.05018
187	188	189	190	191	192
420.72059	579.68209	1212.56084	1268.58757	622.37912	1288.72213
193	194	195	196	197	198
397.7183	335.75983	1184.08594	1446.43514	905.27054	711.77146
199	200	201	202	203	204
1540.46298	816.88379	2533.80911	1273.08054	766.89787	700.05144
205	206	207	208	209	210
1957.28264	854.09153	1127.82515	890.0671	870.45331	855.98596
211	212	213	214	215	216
219.97176	1765.21433	1751.24168	273.07257	1311.5921	1242.29119
217	218	219	220	221	222
892.51384	2247.43852	254.30367	770.17269	799.84036	1586.09392
223	224	225	226	227	228
1211.3816	419.46292	1699.19186	2258.11266	2731.04322	540.0025
229	230	231	232	233	234
511.39608	2809.54525	1316.97076	1314.39346	1284.1386	273.55702
235	236	237	238	239	240
870.25451	907.8517	857.36479	1651.73895	2084.11838	1283.68285
241	242	243	244	245	246
572.72581	352.76226	912.3288	1074.83963	525.55943	1082.37098
247	248	249	250	251	252
999.19682	216.11677	522.1787	2734.05589	2115.30881	436.09813
253	254	255	256	257	258
1246.56165	2880.14917	1073.59598	1353.12462	1971.71683	4578.84107
259	260	261	262	263	264
1963.22021	2284.9658	2461.94432	2937.24712	2521.53802	2638.67388
265	266	267	268	269	270
875.26175	2228.24304	2123.12613	848.02291	2001.73435	2371.70685
271	272	273	274	275	276
1614.07317	416.21036	2084.46066	1139.28407	325.66239	1068.08155
277	278	279	280	281	282
550.4078	1932.35972	498.72487	272.98328	527.47703	5982.86733
283	284	285	286	287	288
1054.83459	1478.62118	3137.66362	812.33316	1135.9589	857.69006
289	290	291	292	293	294
5956.91105	919.3543	506.96824	5501.46053	5474.21388	5536.76343
295	296	297	298	299	300
560.63033	5207.77184	525.39119	1018.00383	6096.05178	3825.13509
301	302	303	304	305	306

3020.76415	1822.45923	3493.95279	794.17065	460.7005	2186.92771
307	308	309	310	311	312
363.57355	2026.10209	614.48212	1831.13498	1942.82062	3347.80459
313	314	315	316	317	318
2396.96539	3379.31262	1092.23914	1994.97491	6768.90516	1414.30579
319	320	321	322	323	324
820.44255	1378.27269	1339.15934	3780.02115	2440.19523	2952.08547
325	326	327	328	329	330
1683.75848	1404.83963	1409.82669	6850.07773	4844.94107	2652.08622
331	332	333	334	335	336
1288.32901	822.42294	3251.40835	1622.95971	1167.95718	1172.10332
337	338	339	340	341	342
1794.97878	1834.11859	5998.12671	8352.21269	1160.84203	11671.39294
343	344	345	346	347	348
2348.9234	7229.13347	9112.56903	2858.32839	1472.96453	2384.83907
349	350	351	352	353	354
1303.92193	13015.74378	13456.95124	10540.80452	12763.00488	9175.23684
355	356	357	358	359	360
12032.80512	1799.20688	38508.57323	47737.36024	43852.15831	54581.56011

TABLA 5

RESIDUOS ESTANDARIZADOS

1	2	3	4	5	6
-7.2714305	-4.6592283	-4.7992433	13.3976435	-6.678308	-5.0472032
7	8	9	10	11	12
14.2699903	11.031379	-10.008176	-8.0218212	-8.3372545	-7.3119815
13	14	15	16	17	18
-8.0723553	-9.258538	-9.6871008	-9.9950095	-8.1661129	-12.595683
19	20	21	22	23	24
-7.3046252	12.6552835	-12.7549185	-16.3686569	17.7116103	-5.4875312
25	26	27	28	29	30
18.6978817	-12.3073197	-12.3291593	11.8165488	-9.3714146	-11.8666043
31	32	33	34	35	36
39.9063392	26.5676543	-18.8904204	-12.647053	-12.3271485	-9.133355
37	38	39	40	41	42
-9.0693866	-11.0202774	-10.4684997	1.9395799	-12.4780842	-17.5359805
43	44	45	46	47	48
-12.4880426	-13.1380973	-21.310072	-19.9614223	24.4816239	-8.6949864
49	50	51	52	53	54
-25.5287655	-16.0560111	-18.1683002	-13.1446996	6.1962088	-15.5220098
55	56	57	58	59	60
-17.1621138	-22.5332982	20.2454163	-11.0743915	8.4058843	17.6770074
61	62	63	64	65	66
-7.225247	-14.976127	-18.1429434	-7.4813477	-15.864643	-13.4602394
67	68	69	70	71	72
18.2181324	-29.4945752	-25.6239674	-21.4745035	-23.2362486	-17.7668945
73	74	75	76	77	78
-2.5405344	-28.3539093	-28.1775393	-32.1702128	15.7352373	-13.3657134
79	80	81	82	83	84
-18.7671795	-13.2511803	-18.0787022	-22.5376824	-20.8261802	-21.8162479

85	86	87	88	89	90
-21.1947167	-25.5703077	-33.4515471	-28.0382095	-16.7277159	20.0410943
91	92	93	94	95	96
12.0180094	27.5758427	-17.6096226	-9.8968018	-21.1662221	-10.7330689
97	98	99	100	101	102
23.5014399	-12.6876434	49.8331117	-23.5303788	-31.0101283	-17.979277
103	104	105	106	107	108
-21.4356352	-21.9802913	-16.6442856	-16.0598114	-20.6194478	34.4864608
109	110	111	112	113	114
-1.0709001	-19.2394514	-32.7064239	-32.8734924	-16.1690077	35.6051546
115	116	117	118	119	120
68.1871715	-21.9548652	-25.631983	19.0495031	26.321608	-18.4182209
121	122	123	124	125	126
-29.6289992	-19.0892886	-23.0218766	5.2238503	-15.7959469	-1.7842907
127	128	129	130	131	132
-28.2161095	25.2233179	-23.1615492	-15.7686326	-37.4906072	11.7689539
133	134	135	136	137	138
-17.0301281	-34.2524181	-46.2396784	-35.1393016	-19.9424077	16.6136333
139	140	141	142	143	144
31.3424123	2.1295617	-22.2594385	1.1154046	-20.7968005	-35.102255
145	146	147	148	149	150
20.4232497	-29.586769	4.6808166	-26.6539648	-31.1766584	-27.8775858
151	152	153	154	155	156
-22.0388875	18.7902717	-19.5803684	26.3119555	14.5018651	57.5884447
157	158	159	160	161	162
-20.1341244	-1.013046	-25.5409392	5.5775927	-34.5858187	96.3651855
163	164	165	166	167	168
-20.6170137	-20.5413925	75.9116597	-45.2917645	-46.6651387	-35.2572893
169	170	171	172	173	174
-23.3760769	-24.660926	-13.9253243	-41.2432597	-31.3833046	-23.7649697
175	176	177	178	179	180
-24.4841731	64.7380148	-32.2076094	79.8293483	-17.6202292	-15.0405479
181	182	183	184	185	186
-56.2898153	-48.5840508	8.776463	66.2369413	-23.1614859	-34.8361637
187	188	189	190	191	192
34.331874	-1.0862424	23.9781018	14.2785952	45.52882	-1.6745267
193	194	195	196	197	198
-28.4986777	-26.1370284	10.8766597	-10.8710827	5.9238619	-38.3019246
199	200	201	202	203	204
1.9148504	-40.9293558	37.5217819	47.6169502	16.8525944	-37.8385901
205	206	207	208	209	210
13.4643469	-41.8527872	-2.0757316	28.9023506	56.7492874	-41.9451651
211	212	213	214	215	216
-21.0857669	-6.5244423	36.1922202	-1.6144809	11.4623863	37.7539626
217	218	219	220	221	222
73.3193633	6.27091	-22.6903564	-6.3264994	2.787174	3.3750552
223	224	225	226	227	228
55.5809385	36.2674044	61.7347079	-0.1103197	-21.2375462	-33.172586
229	230	231	232	233	234
-32.3375986	7.7936194	6.9256408	-3.6033744	-51.8861141	-23.5575983
235	236	237	238	239	240
-42.4455329	-23.7349845	-42.0391533	1.4309135	24.5097419	-51.8913476

241	242	243	244	245	246
-34.295649	-26.7622889	60.7856379	-47.3118233	42.6141018	-47.5470602
247	248	249	250	251	252
35.5023586	-20.9174394	-32.7144551	19.9998623	38.6320489	-29.8340466
253	254	255	256	257	258
2.9244682	7.1964904	-47.1717288	-0.72755	-17.864752	-4.5158585
259	260	261	262	263	264
22.6249739	-17.4184396	-31.7829682	-0.3959758	20.9528565	26.7271879
265	266	267	268	269	270
60.8344922	20.8703473	-1.524366	-24.7506543	26.8296838	4.0628668
271	272	273	274	275	276
39.48266	-9.0708588	-67.0835876	-49.0248352	-25.7526855	-47.0422002
277	278	279	280	281	282
-33.6020622	28.2416212	-31.9146483	83.3579652	-32.9007046	-23.0922865
283	284	285	286	287	288
19.6420695	20.9452559	5.3985301	-20.896226	-48.5997883	-42.0994004
289	290	291	292	293	294
-23.1836937	-43.5956458	38.2664414	-4.0170157	-21.8473082	-21.6334151
295	296	297	298	299	300
-33.9260205	-23.701309	-32.8103525	37.5463212	10.2968612	-31.9687552
301	302	303	304	305	306
-27.5889645	-16.2745701	-87.4439164	-40.5261866	85.4002601	-68.7738602
307	308	309	310	311	312
-27.2412212	-66.3259895	-35.5551748	30.7809197	27.9236461	-4.5397405
313	314	315	316	317	318
16.817388	-71.4171991	-18.4020981	33.5728614	-17.1899313	29.3871063
319	320	321	322	323	324
-25.3567699	-3.3511856	-5.2142983	-55.0833391	-58.76331	-6.478105
325	326	327	328	329	330
34.6527733	42.8921901	42.701199	21.478537	66.5978498	13.6780749
331	332	333	334	335	336
-52.1836274	-41.3228893	-28.5117184	29.395997	-49.6463896	-49.7249401
337	338	339	340	341	342
31.6645801	-20.6887736	34.1857047	13.563578	9.8898388	40.6220472
343	344	345	346	347	348
-71.3355698	9.1166545	-23.1161381	-79.262267	41.180619	-71.8877685
349	350	351	352	353	354
-52.6289257	-13.5725511	-14.4700847	32.345184	18.6578844	-13.8049646
355	356	357	358	359	360
15.7136951	31.9529611	10.2733183	3.2292424	-2.7723169	-60.2469151

TABLA 6

RESIDUOS ESTUDENTIZADOS

1	2	3	4	5	6
-7.2691292	-4.6585498	-4.79853	13.4034873	-6.6769448	-5.0462169
7	8	9	10	11	12
14.277291	11.0370623	-10.0037406	-8.0191896	-8.3343528	-7.309993
13	14	15	16	17	18
-8.0696292	-9.2545669	-9.6808893	-9.9890171	-8.1624449	-12.5862307
19	20	21	22	23	24
-7.3015589	12.6698618	-12.7478014	-16.3445075	17.7350452	-5.4863497

25	26	27	28	29	30
18.7172342	-12.2977099	-12.3195255	11.8247386	-9.3675537	-11.8586991
31	32	33	34	35	36
40.0141806	26.6210497	-18.8490431	-12.6346472	-12.3169553	-9.1286021
37	38	39	40	41	42
-9.0638432	-11.0105615	-10.4609291	1.9398005	-12.467822	-17.5067855
43	44	45	46	47	48
-12.4746239	-13.1243373	-21.2539144	-19.9261381	24.53129	-8.6903346
49	50	51	52	53	54
-25.468849	-16.0277042	-18.1396384	-13.1326028	6.1987663	-15.4996073
55	56	57	58	59	60
-17.1229407	-22.4601758	20.2763314	-11.0656119	8.4113745	17.7074713
61	62	63	64	65	66
-7.2224891	-14.9517934	-18.1067384	-7.4734913	-15.8348788	-13.4486562
67	68	69	70	71	72
18.2441402	-29.4023526	-25.5302877	-21.431044	-23.1838695	-17.7369531
73	74	75	76	77	78
-2.5400476	-28.20384	-28.0907086	-32.0089534	15.7641096	-13.3509309
79	80	81	82	83	84
-18.7346212	-13.2307156	-18.0450378	-22.4797017	-20.7851054	-21.7605513
85	86	87	88	89	90
-21.1519431	-25.5009403	-33.3497772	-27.9517712	-16.701501	20.0711315
91	92	93	94	95	96
12.0364575	27.6446538	-17.5755617	-9.8897223	-21.1099088	-10.7238781
97	98	99	100	101	102
23.5539779	-12.6718154	50.1253022	-23.4662225	-30.8987914	-17.9386233
103	104	105	106	107	108
-21.3776053	-21.9290322	-16.6115213	-16.0345441	-20.5696627	34.5848354
109	110	111	112	113	114
-1.0708004	-19.1947551	-32.5753923	-32.7283302	-16.144339	35.7638809
115	116	117	118	119	120
68.6609949	-21.8883739	-25.5351346	19.0832446	26.4162802	-18.375061
121	122	123	124	125	126
-29.5301917	-19.0463754	-22.9569576	5.2295656	-15.7724369	-1.7838086
127	128	129	130	131	132
-28.1171127	25.2908783	-23.0972494	-15.7435039	-37.3412254	11.7849009
133	134	135	136	137	138
-16.9926392	-34.08901	-45.7981005	-34.982404	-19.8869344	16.650442
139	140	141	142	143	144
31.4561718	2.1300622	-22.1838589	1.1156869	-20.741151	-34.9346731
145	146	147	148	149	150
20.5109496	-29.4755717	4.6855394	-26.5725925	-31.0282193	-27.7531085
151	152	153	154	155	156
-21.9702988	18.8714103	-19.5307735	26.4625633	14.5291782	58.3800842
157	158	159	160	161	162
-20.0873046	-1.0128497	-25.4379304	5.5819544	-34.3395653	97.6894298
163	164	165	166	167	168
-20.5714102	-20.4599781	76.8364201	-44.8476706	-46.2014718	-35.0518193
169	170	171	172	173	174
-23.304966	-24.5719147	-13.9066364	-40.9007433	-31.2480871	-23.6502028
175	176	177	178	179	180
-24.3633776	65.5437344	-32.0466643	80.7845517	-17.5898297	-15.0151988

181	182	183	184	185	186
-55.8227906	-48.24674	8.7880624	66.899988	-23.0902271	-34.6674102
187	188	189	190	191	192
34.4931486	-1.0860717	24.0820639	14.3299693	45.926504	-1.6741304
193	194	195	196	197	198
-28.3514658	-26.025602	10.8919044	-10.8526555	5.9284199	-38.0169722
199	200	201	202	203	204
1.9153388	-40.6754209	37.9084279	48.0721774	16.9058845	-37.6288572
205	206	207	208	209	210
13.4955251	-41.5923001	-2.0750218	29.0138336	57.3110231	-41.6615457
211	212	213	214	215	216
-21.030372	-6.5172498	36.3845135	-1.6141408	11.4831917	38.0065778
217	218	219	220	221	222
74.4040713	6.2762799	-22.6214458	-6.3189734	2.7882242	3.3766641
223	224	225	226	227	228
56.0872863	36.4530873	62.4001413	-0.1103177	-21.1570497	-33.0183696
229	230	231	232	233	234
-32.1598541	7.8042968	6.9339375	-3.6014712	-51.2856999	-23.4741824
235	236	237	238	239	240
-42.0840366	-23.6445089	-41.7254118	1.4312546	24.674709	-51.2839042
241	242	243	244	245	246
-34.0708319	-26.6621888	61.4457597	-46.8406228	42.8720071	-47.0396901
247	248	249	250	251	252
35.6864943	-20.8539303	-32.5160958	20.0716937	38.9093562	-29.6838895
253	254	255	256	257	258
2.9261131	7.2062954	-46.7566249	-0.7274539	-17.8224019	-4.509979
259	260	261	262	263	264
22.7014181	-17.3614824	-31.6161268	-0.3959267	21.0426791	26.8366216
265	266	267	268	269	270
61.4830602	20.9508247	-1.5239641	-24.6372668	26.9563674	4.0656989
271	272	273	274	275	276
39.7693002	-9.0576376	-65.8374097	-48.3838951	-25.637137	-46.6322405
277	278	279	280	281	282
-33.3909732	28.4480558	-31.7489726	84.4896791	-32.6910571	-22.917979
283	284	285	286	287	288
19.7145964	21.0356063	5.4037646	-20.817097	-48.1344846	-41.7596673
289	290	291	292	293	294
-23.0870414	-43.2393856	38.5355845	-4.0138357	-21.6914089	-21.4785046
295	296	297	298	299	300
-33.706346	-23.6057178	-32.6136598	37.8567163	10.3189938	-31.7862848
301	302	303	304	305	306
-27.4189533	-16.2229781	-85.5404702	-40.1914985	86.8699126	-67.4673968
307	308	309	310	311	312
-27.1037933	-65.0051577	-35.3067606	31.0050029	28.1163347	-4.5360272
313	314	315	316	317	318
16.8741511	-70.2660654	-18.3311927	33.9163432	-17.1348198	29.5837426
319	320	321	322	323	324
-25.2188285	-3.3485743	-5.207672	-54.3239707	-58.0943339	-6.4695595
325	326	327	328	329	330
34.9007206	43.2552478	43.0495096	21.5789788	67.8441752	13.7172066
331	332	333	334	335	336
-51.477126	-40.9415869	-28.3297038	29.5936989	-48.9932565	-49.0753314

337	338	339	340	341	342
31.8839634	-20.5756342	34.4061247	13.6028676	9.9141361	40.9912286
343	344	345	346	347	348
-69.9521634	9.1330791	-23.0036964	-77.4569679	41.6456411	-70.4894652
349	350	351	352	353	354
-51.85387	-13.5283403	-14.4198257	32.6235492	18.7420105	-13.7543655
355	356	357	358	359	360
15.7716908	32.2636769	10.2958192	3.2314355	-2.7706729	-59.4762849

REGRESIÓN LOGÍSTICA

#REGRESION LOGISTICA

>

```
modelo1.1=glm(CASOS/POB~SEXO+EDADCAT+EDUCMADRE+SEGSAL+IN
DRIQ+REGNAT,family=binomial,weights=POB)
```

```
> summary(modelo1.1)
```

Call:

```
glm(formula = CASOS/POB ~ SEXO + EDADCAT + EDUCMADRE + SEGSAL
+

```

```
INDRIQ + REGNAT, family = binomial, weights = POB)
```

Deviance Residuals:

```
Min      1Q  Median      3Q      Max
-92.91 -26.37 -13.03  15.27 122.19
```

TABLA 7

COEFICIENTES ESTIMADOS DE LA REGRESIÓN LOGÍSTICA

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)	OR
(Intercept)	-2.479643	0.007531	329.243	< 2e-16	0.08
SEXOHombre	0.286272	0.00319	89.727	< 2e-16	1.33
EDADCAT>_3_años	0.771879	0.004925	156.737	< 2e-16	2.16
EDADCAT1_-_3_años	0.767241	0.004909	156.285	< 2e-16	2.15
EDUCMADRESecundaria	-0.724851	0.003865	187.538	< 2e-16	0.48
EDUCMADRESin_educación	0.02245	0.007138	3.145	0.00166	1.02
EDUCMADRESuperior	-1.405233	0.006527	215.302	< 2e-16	0.25
SEGSALSi	0.097031	0.00384	25.268	< 2e-16	1.10
INDRIQBajo	0.991735	0.005977	165.917	< 2e-16	2.70
INDRIQMedio	0.702731	0.005532	127.032	< 2e-16	2.02
REGNATResto_Costa	-0.142336	0.006704	-21.232	< 2e-16	0.87
REGNATSelva	0.273268	0.007125	38.353	< 2e-16	1.31
REGNATSierra	0.576302	0.006249	92.218	< 2e-16	1.78

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)

Null deviance: 863853 on 359 degrees of freedom
 Residual deviance: 428113 on 347 degrees of freedom
 AIC: 429594

Number of Fisher Scoring iterations: 6

```
> library(MASS)
> stepAIC(modelo1.1)
Start: AIC=429594.5
CASOS/POB ~ SEXO + EDADCAT + EDUCMADRE + SEGSAL + INDRIQ + REGNAT
```

TABLA 8

ESTADÍSTICAS DE BONDA DE AJUSTE

	Df	Deviance	AIC
<none>		428113	429594
SEGSAL	1	428755	430234
SEXO	1	436192	437671
REGNAT	3	452203	453678
INDRIQ	2	457429	458906
EDADCAT	2	458728	460205
EDUCMADRE	3	493290	494765

Call: glm(formula = CASOS/POB ~ SEXO + EDADCAT + EDUCMADRE + SEGSAL + INDRIQ + REGNAT, family = binomial, weights = POB)

TABLA 9

COEFICIENTES ESTIMADOS:

(Intercept)	SEXOHombre	EDADCAT>_3_años
-2.47964	0.28627	0.77188
EDADCAT1 - 3_años	EDUCMADRESecundaria	EDUCMADRESin_educación
0.76724	-0.72485	0.02245
EDUCMADRESuperior	SEGSALSí	INDRIQBajo
-1.40523	0.09703	0.99174
INDRIQMedio	REGNATResto_Costa	REGNATSelva
0.70273	-0.14234	0.27327
REGNATSierra		
0.5763		

Degrees of Freedom: 359 Total (i.e. Null); 347 Residual
 Null Deviance: 863900
 Residual Deviance: 428100 AIC: 429600

TABLA 10: RESUMEN DE DATOS

SEXO	EDADCAT	EDUCMADRE	SEGSAL	INDRIQ	REGNAT	CASOS	POB
Hombre	>_3_años	Sin_educación	Sí	Medio	Selva	0	63
Femenino	<_1_año	Primaria	No	Alto	Selva	0	101
Femenino	<_1_año	Primaria	Sí	Alto	Selva	0	101
Femenino	1_-_3_años	Primaria	No	Alto	Selva	101	101
Femenino	<_1_año	Primaria	Sí	Bajo	Resto_Costa	0	129
Femenino	>_3_años	Superior	Sí	Bajo	Resto_Costa	0	129
Hombre	<_1_año	Secundaria	No	Alto	Selva	101	201
Hombre	1_-_3_años	Superior	No	Medio	Selva	101	201
Hombre	1_-_3_años	Secundaria	No	Bajo	Resto_Costa	0	247
Femenino	>_3_años	Primaria	No	Alto	Resto_Costa	0	247
Femenino	<_1_año	Primaria	No	Medio	Resto_Costa	0	251
Femenino	<_1_año	Secundaria	Sí	Bajo	Resto_Costa	0	251
Femenino	1_-_3_años	Primaria	No	Alto	Resto_Costa	0	251
Hombre	1_-_3_años	Secundaria	Sí	Alto	Selva	0	302
Hombre	1_-_3_años	Superior	No	Bajo	Selva	0	302
Hombre	>_3_años	Superior	Sí	Bajo	Selva	0	302
Femenino	1_-_3_años	Superior	No	Medio	Selva	0	302
Hombre	<_1_año	Primaria	No	Medio	Selva	0	342
Hombre	<_1_año	Superior	No	Medio	Selva	0	342
Hombre	1_-_3_años	Sin_educación	No	Bajo	Selva	342	342
Femenino	1_-_3_años	Secundaria	No	Bajo	Selva	0	342
Femenino	>_3_años	Sin_educación	No	Bajo	Selva	0	342
Femenino	<_1_año	Sin_educación	Sí	Bajo	Selva	302	365
Femenino	<_1_año	Superior	Sí	Alto	Selva	0	392
Femenino	1_-_3_años	Primaria	No	Medio	Selva	392	392
Femenino	1_-_3_años	Primaria	Sí	Alto	Selva	0	392
Femenino	>_3_años	Primaria	Sí	Alto	Selva	0	392
Femenino	>_3_años	Primaria	No	Medio	Selva	302	428
Hombre	<_1_año	Secundaria	No	Medio	Resto_Costa	0	431
Hombre	<_1_año	Secundaria	No	Medio	Selva	0	493
Hombre	<_1_año	Superior	Sí	Medio	Selva	504	504
Hombre	>_3_años	Primaria	Sí	Alto	Selva	504	504
Femenino	>_3_años	Sin_educación	Sí	Medio	Selva	0	504
Femenino	>_3_años	Superior	No	Bajo	Sierra	0	510
Femenino	<_1_año	Primaria	Sí	Alto	Sierra	0	554
Femenino	<_1_año	Secundaria	Sí	Alto	Selva	0	593
Femenino	<_1_año	Superior	Sí	Medio	Selva	0	593
Hombre	<_1_año	Superior	Sí	Bajo	Selva	0	622
Femenino	>_3_años	Superior	Sí	Medio	Resto_Costa	0	652
Femenino	<_1_año	Secundaria	No	Medio	Selva	101	694
Femenino	1_-_3_años	Secundaria	No	Alto	Selva	0	694
Hombre	>_3_años	Primaria	No	Alto	Selva	0	702
Femenino	>_3_años	Superior	No	Medio	Selva	0	702
Femenino	1_-_3_años	Superior	Sí	Medio	Selva	0	735
Hombre	<_1_año	Sin_educación	Sí	Medio	Sierra	0	758
Hombre	>_3_años	Primaria	No	Alto	Sierra	0	758
Femenino	>_3_años	Superior	Sí	Bajo	Sierra	503	805
Hombre	<_1_año	Superior	Sí	Alto	Selva	0	823

Hombre	>_3_años	Primaria	No	Medio	Selva	0	823
Hombre	>_3_años	Superior	No	Bajo	Selva	0	823
Femenino	<_1_año	Primaria	No	Medio	Selva	0	847
Hombre	<_1_año	Secundaria	Sí	Alto	Sierra	0	856
Femenino	>_3_años	Secundaria	No	Bajo	Selva	302	869
Femenino	1_-_3_años	Superior	Sí	Bajo	Selva	0	870
Hombre	>_3_años	Sin_educación	Sí	Alto	Resto_Costa	0	879
Hombre	<_1_año	Sin_educación	No	Medio	Sierra	0	897
Hombre	1_-_3_años	Primaria	No	Medio	Sierra	897	897
Femenino	<_1_año	Secundaria	No	Alto	Selva	0	924
Femenino	>_3_años	Primaria	Sí	Medio	Selva	504	972
Hombre	>_3_años	Superior	Sí	Medio	Selva	392	985
Femenino	<_1_año	Superior	No	Alto	Resto_Costa	0	1009
Hombre	<_1_año	Superior	No	Bajo	Sierra	0	1013
Femenino	1_-_3_años	Superior	No	Bajo	Sierra	0	1049
Femenino	>_3_años	Sin_educación	Sí	Medio	Sierra	298	1057
Hombre	>_3_años	Superior	Sí	Bajo	Resto_Costa	0	1060
Femenino	<_1_año	Secundaria	No	Medio	Resto_Costa	0	1060
Hombre	>_3_años	Secundaria	No	Bajo	Selva	678	1084
Hombre	1_-_3_años	Primaria	No	Medio	Selva	0	1099
Hombre	<_1_año	Sin_educación	Sí	Bajo	Selva	0	1112
Hombre	>_3_años	Secundaria	No	Bajo	Resto_Costa	0	1126
Femenino	1_-_3_años	Primaria	Sí	Alto	Sierra	0	1158
Hombre	1_-_3_años	Secundaria	No	Alto	Selva	0	1174
Femenino	1_-_3_años	Secundaria	No	Medio	Selva	201	1186
Hombre	1_-_3_años	Sin_educación	No	Bajo	Resto_Costa	0	1189
Hombre	>_3_años	Primaria	No	Bajo	Resto_Costa	0	1189
Femenino	1_-_3_años	Sin_educación	Sí	Medio	Sierra	0	1209
Femenino	1_-_3_años	Superior	No	Bajo	Selva	392	1215
Hombre	1_-_3_años	Superior	No	Alto	Selva	0	1218
Hombre	>_3_años	Secundaria	Sí	Alto	Selva	0	1230
Hombre	<_1_año	Superior	Sí	Bajo	Resto_Costa	0	1256
Femenino	<_1_año	Primaria	No	Alto	Sierra	0	1259
Hombre	>_3_años	Superior	Sí	Bajo	Sierra	0	1270
Hombre	<_1_año	Secundaria	No	Bajo	Selva	0	1283
Femenino	>_3_años	Primaria	No	Alto	Selva	0	1293
Femenino	>_3_años	Secundaria	No	Bajo	Resto_Costa	0	1310
Hombre	<_1_año	Primaria	Sí	Medio	Selva	0	1318
Femenino	>_3_años	Primaria	No	Medio	Sierra	0	1403
Femenino	1_-_3_años	Primaria	No	Bajo	Resto_Costa	0	1411
Hombre	<_1_año	Secundaria	No	Alto	Sierra	0	1467
Femenino	1_-_3_años	Secundaria	No	Bajo	Sierra	897	1490
Hombre	>_3_años	Superior	No	Medio	Selva	392	1517
Femenino	>_3_años	Secundaria	No	Medio	Selva	924	1580
Hombre	<_1_año	Primaria	Sí	Alto	Resto_Costa	0	1583
Hombre	<_1_año	Superior	No	Alto	Resto_Costa	0	1583
Hombre	1_-_3_años	Superior	Sí	Medio	Selva	0	1587
Femenino	<_1_año	Superior	No	Alto	Selva	0	1587
Hombre	1_-_3_años	Secundaria	No	Medio	Selva	924	1590
Femenino	<_1_año	Superior	Sí	Medio	Resto_Costa	0	1621
Femenino	1_-_3_años	Primaria	No	Alto	Sierra	1651	1651
Hombre	1_-_3_años	Primaria	Sí	Alto	Resto_Costa	0	1667

Hombre	1_-_3_años	Primaria	No	Medio	Resto_Costa	0	1698
Hombre	>_3_años	Superior	No	Medio	Resto_Costa	0	1698
Femenino	>_3_años	Superior	No	Medio	Sierra	0	1713
Femenino	1_-_3_años	Primaria	Sí	Alto	Resto_Costa	0	1740
Femenino	>_3_años	Superior	No	Medio	Resto_Costa	0	1740
Hombre	>_3_años	Superior	No	Alto	Selva	0	1749
Hombre	<_1_año	Secundaria	No	Bajo	Resto_Costa	0	1758
Hombre	<_1_año	Superior	Sí	Alto	Sierra	600	1759
Femenino	1_-_3_años	Superior	No	Alto	Selva	101	1834
Hombre	<_1_año	Superior	Sí	Medio	Sierra	0	1850
Hombre	>_3_años	Primaria	No	Medio	Resto_Costa	0	1879
Hombre	>_3_años	Primaria	Sí	Alto	Sierra	0	1917
Femenino	>_3_años	Superior	Sí	Alto	Selva	0	1996
Femenino	>_3_años	Primaria	No	Bajo	Resto_Costa	1571	2002
Femenino	1_-_3_años	Secundaria	No	Alto	Sierra	2014	2014
Femenino	>_3_años	Superior	Sí	Medio	Selva	0	2029
Hombre	>_3_años	Superior	No	Medio	Sierra	0	2042
Femenino	>_3_años	Superior	No	Alto	Selva	392	2043
Hombre	1_-_3_años	Superior	Sí	Bajo	Sierra	1049	2098
Femenino	1_-_3_años	Superior	No	Medio	Resto_Costa	0	2135
Hombre	<_1_año	Secundaria	No	Bajo	Sierra	0	2153
Hombre	<_1_año	Secundaria	Sí	Alto	Selva	0	2154
Femenino	<_1_año	Primaria	Sí	Medio	Selva	63	2178
Hombre	>_3_años	Sin_educación	Sí	Medio	Sierra	1270	2181
Hombre	<_1_año	Secundaria	No	Alto	Resto_Costa	0	2198
Hombre	1_-_3_años	Primaria	No	Alto	Sierra	554	2294
Femenino	1_-_3_años	Secundaria	No	Bajo	Resto_Costa	0	2316
Femenino	<_1_año	Primaria	Sí	Medio	Sierra	1270	2327
Femenino	>_3_años	Secundaria	No	Alto	Selva	0	2364
Hombre	<_1_año	Superior	No	Alto	Sierra	0	2384
Hombre	1_-_3_años	Secundaria	No	Medio	Sierra	0	2395
Femenino	<_1_año	Secundaria	No	Bajo	Selva	576	2414
Hombre	<_1_año	Superior	Sí	Medio	Resto_Costa	0	2436
Femenino	>_3_años	Primaria	Sí	Alto	Sierra	0	2482
Femenino	1_-_3_años	Sin_educación	Sí	Bajo	Selva	0	2498
Hombre	>_3_años	Secundaria	No	Medio	Selva	0	2510
Femenino	<_1_año	Superior	No	Medio	Sierra	0	2514
Hombre	<_1_año	Primaria	No	Bajo	Selva	1165	2535
Femenino	1_-_3_años	Secundaria	Sí	Alto	Selva	986	2536
Hombre	<_1_año	Secundaria	Sí	Medio	Selva	434	2590
Hombre	1_-_3_años	Superior	No	Medio	Resto_Costa	0	2600
Hombre	1_-_3_años	Sin_educación	Sí	Medio	Sierra	1349	2614
Femenino	<_1_año	Primaria	Sí	Alto	Resto_Costa	0	2629
Femenino	<_1_año	Primaria	No	Bajo	Selva	0	2651
Hombre	1_-_3_años	Sin_educación	Sí	Bajo	Selva	2092	2659
Hombre	>_3_años	Secundaria	No	Alto	Sierra	0	2682
Hombre	>_3_años	Sin_educación	Sí	Bajo	Selva	1539	2770
Femenino	<_1_año	Secundaria	Sí	Medio	Selva	0	2773
Hombre	<_1_año	Primaria	No	Medio	Resto_Costa	0	2887
Femenino	1_-_3_años	Superior	No	Medio	Sierra	0	2887
Femenino	<_1_año	Superior	Sí	Medio	Sierra	0	2890
Hombre	1_-_3_años	Sin_educación	No	Bajo	Sierra	2401	2904

Hombre	1_3_años	Secundaria	No	Bajo	Selva	342	2944
Femenino	>3_años	Sin_educación	Sí	Bajo	Selva	2271	3041
Hombre	>3_años	Primaria	Sí	Medio	Resto_Costa	1373	3056
Femenino	>3_años	Sin_educación	Sí	Bajo	Resto_Costa	3075	3075
Femenino	1_3_años	Superior	Sí	Alto	Selva	0	3096
Femenino	<1_año	Sin_educación	Sí	Bajo	Sierra	897	3173
Hombre	1_3_años	Superior	Sí	Medio	Resto_Costa	0	3218
Femenino	<1_año	Primaria	No	Medio	Sierra	910	3245
Hombre	<1_año	Primaria	No	Medio	Lima_Metropolitana	0	3247
Hombre	<1_año	Primaria	No	Alto	Lima_Metropolitana	3247	3247
Hombre	<1_año	Secundaria	Sí	Alto	Lima_Metropolitana	0	3247
Hombre	<1_año	Superior	Sí	Medio	Lima_Metropolitana	0	3247
Hombre	1_3_años	Secundaria	No	Medio	Lima_Metropolitana	3247	3247
Hombre	>3_años	Primaria	No	Medio	Lima_Metropolitana	0	3247
Hombre	>3_años	Primaria	Sí	Medio	Lima_Metropolitana	0	3247
Hombre	>3_años	Secundaria	No	Medio	Lima_Metropolitana	0	3247
Femenino	<1_año	Primaria	No	Alto	Lima_Metropolitana	0	3247
Femenino	<1_año	Secundaria	No	Medio	Lima_Metropolitana	0	3247
Femenino	<1_año	Superior	Sí	Alto	Lima_Metropolitana	0	3247
Femenino	1_3_años	Primaria	No	Medio	Lima_Metropolitana	0	3247
Femenino	1_3_años	Primaria	Sí	Alto	Lima_Metropolitana	0	3247
Femenino	1_3_años	Superior	No	Medio	Lima_Metropolitana	0	3247
Femenino	1_3_años	Superior	Sí	Medio	Lima_Metropolitana	0	3247
Femenino	>3_años	Primaria	No	Medio	Lima_Metropolitana	3247	3247
Femenino	>3_años	Secundaria	No	Medio	Lima_Metropolitana	0	3247
Femenino	>3_años	Secundaria	Sí	Medio	Lima_Metropolitana	3247	3247
Femenino	>3_años	Superior	No	Alto	Lima_Metropolitana	0	3247
Hombre	>3_años	Secundaria	No	Medio	Resto_Costa	247	3251
Hombre	>3_años	Primaria	No	Medio	Sierra	0	3256
Femenino	1_3_años	Primaria	Sí	Medio	Selva	0	3305
Hombre	>3_años	Primaria	Sí	Medio	Selva	1732	3358
Hombre	>3_años	Secundaria	No	Alto	Selva	2460	3386
Hombre	>3_años	Superior	Sí	Alto	Selva	0	3408
Hombre	>3_años	Secundaria	Sí	Alto	Sierra	0	3489
Femenino	>3_años	Secundaria	Sí	Alto	Selva	1293	3534
Hombre	1_3_años	Secundaria	No	Alto	Sierra	554	3619
Hombre	1_3_años	Primaria	No	Bajo	Resto_Costa	2119	3690
Hombre	<1_año	Sin_educación	No	Bajo	Sierra	1794	3857
Hombre	1_3_años	Superior	No	Medio	Sierra	2042	3942
Hombre	<1_año	Primaria	No	Bajo	Sierra	1230	3946
Hombre	>3_años	Superior	Sí	Medio	Resto_Costa	0	3974
Femenino	1_3_años	Superior	Sí	Medio	Resto_Costa	0	4021
Hombre	>3_años	Secundaria	No	Medio	Sierra	1572	4086
Hombre	>3_años	Primaria	Sí	Bajo	Resto_Costa	1060	4134
Femenino	>3_años	Secundaria	Sí	Medio	Selva	1087	4218
Hombre	>3_años	Superior	Sí	Medio	Sierra	0	4234
Hombre	>3_años	Secundaria	No	Bajo	Sierra	1615	4515
Femenino	>3_años	Secundaria	Sí	Bajo	Resto_Costa	0	4527
Hombre	>3_años	Sin_educación	No	Bajo	Sierra	4542	4542
Hombre	1_3_años	Primaria	Sí	Alto	Sierra	3266	4614
Femenino	1_3_años	Superior	Sí	Bajo	Sierra	1270	4644
Femenino	<1_año	Secundaria	Sí	Bajo	Selva	0	4699

Hombre	1_-_3_años	Primaria	Sí	Medio	Selva	2567	4720
Femenino	1_-_3_años	Secundaria	Sí	Bajo	Resto_Costa	0	4750
Femenino	1_-_3_años	Primaria	No	Medio	Resto_Costa	1060	4826
Hombre	<_1_año	Secundaria	Sí	Medio	Sierra	1869	4910
Hombre	<_1_año	Primaria	Sí	Medio	Resto_Costa	2982	4968
Hombre	<_1_año	Secundaria	No	Medio	Sierra	0	5010
Femenino	>_3_años	Superior	No	Alto	Resto_Costa	0	5021
Hombre	1_-_3_años	Primaria	Sí	Bajo	Resto_Costa	1504	5063
Hombre	1_-_3_años	Secundaria	No	Bajo	Sierra	3435	5151
Hombre	>_3_años	Superior	No	Alto	Resto_Costa	247	5219
Femenino	>_3_años	Primaria	Sí	Medio	Resto_Costa	1740	5271
Femenino	>_3_años	Primaria	No	Medio	Resto_Costa	2760	5297
Hombre	1_-_3_años	Superior	Sí	Medio	Sierra	3795	5328
Femenino	>_3_años	Primaria	Sí	Medio	Sierra	2545	5377
Femenino	<_1_año	Secundaria	No	Alto	Resto_Costa	0	5383
Femenino	1_-_3_años	Superior	Sí	Medio	Sierra	604	5491
Femenino	>_3_años	Secundaria	No	Medio	Resto_Costa	879	5537
Femenino	>_3_años	Secundaria	No	Bajo	Sierra	1720	5552
Hombre	1_-_3_años	Secundaria	Sí	Bajo	Resto_Costa	3562	5641
Femenino	>_3_años	Superior	No	Alto	Sierra	1349	5700
Femenino	>_3_años	Primaria	Sí	Bajo	Resto_Costa	4740	5800
Femenino	>_3_años	Primaria	No	Bajo	Selva	2253	5840
Hombre	1_-_3_años	Primaria	No	Bajo	Selva	1727	5935
Femenino	<_1_año	Secundaria	Sí	Medio	Resto_Costa	0	5976
Femenino	<_1_año	Secundaria	Sí	Alto	Sierra	0	6074
Hombre	>_3_años	Primaria	No	Bajo	Selva	3220	6084
Hombre	>_3_años	Secundaria	Sí	Bajo	Resto_Costa	1571	6111
Femenino	1_-_3_años	Secundaria	Sí	Medio	Selva	1188	6146
Hombre	<_1_año	Primaria	Sí	Bajo	Resto_Costa	0	6225
Femenino	<_1_año	Superior	No	Alto	Sierra	0	6305
Femenino	>_3_años	Primaria	Sí	Alto	Resto_Costa	0	6305
Femenino	<_1_año	Secundaria	No	Medio	Sierra	302	6346
Femenino	>_3_años	Secundaria	No	Alto	Sierra	0	6370
Hombre	>_3_años	Secundaria	Sí	Medio	Selva	1709	6444
Hombre	1_-_3_años	Primaria	Sí	Medio	Lima_Metropolitana	3247	6494
Hombre	1_-_3_años	Secundaria	Sí	Medio	Lima_Metropolitana	0	6494
Femenino	<_1_año	Primaria	Sí	Alto	Lima_Metropolitana	0	6494
Femenino	<_1_año	Secundaria	Sí	Alto	Lima_Metropolitana	0	6494
Femenino	1_-_3_años	Primaria	No	Alto	Lima_Metropolitana	3247	6494
Femenino	1_-_3_años	Secundaria	Sí	Medio	Lima_Metropolitana	0	6494
Femenino	>_3_años	Secundaria	No	Alto	Resto_Costa	1758	6559
Hombre	>_3_años	Primaria	Sí	Alto	Resto_Costa	0	6566
Femenino	<_1_año	Secundaria	Sí	Medio	Sierra	2295	6583
Hombre	<_1_año	Superior	Sí	Alto	Resto_Costa	0	6603
Hombre	1_-_3_años	Superior	Sí	Alto	Selva	0	6741
Femenino	1_-_3_años	Primaria	No	Bajo	Selva	3810	7096
Femenino	1_-_3_años	Primaria	Sí	Bajo	Resto_Costa	4067	7246
Hombre	<_1_año	Secundaria	Sí	Alto	Resto_Costa	0	7285
Hombre	1_-_3_años	Secundaria	Sí	Alto	Sierra	1349	7335
Femenino	1_-_3_años	Primaria	No	Medio	Sierra	3262	7337
Femenino	>_3_años	Secundaria	Sí	Alto	Sierra	0	7518
Hombre	<_1_año	Secundaria	Sí	Bajo	Selva	1327	7605

Femenino	1_-_3_años	Secundaria	Sí	Medio	Sierra	1246	7686
Hombre	>_3_años	Sin_educación	Sí	Bajo	Sierra	4296	7736
Femenino	1_-_3_años	Secundaria	Sí	Bajo	Selva	3024	7797
Hombre	<_1_año	Primaria	Sí	Bajo	Selva	1525	7910
Hombre	>_3_años	Secundaria	Sí	Bajo	Selva	1095	8158
Hombre	<_1_año	Sin_educación	Sí	Bajo	Sierra	2917	8417
Hombre	1_-_3_años	Primaria	Sí	Medio	Resto_Costa	3606	8515
Hombre	>_3_años	Secundaria	Sí	Medio	Sierra	4087	8582
Hombre	1_-_3_años	Secundaria	Sí	Alto	Resto_Costa	3176	8651
Hombre	1_-_3_años	Secundaria	Sí	Medio	Selva	3253	8724
Femenino	1_-_3_años	Secundaria	No	Medio	Sierra	2055	8781
Hombre	1_-_3_años	Secundaria	No	Alto	Resto_Costa	247	8893
Hombre	<_1_año	Secundaria	Sí	Bajo	Sierra	3282	9379
Femenino	>_3_años	Secundaria	Sí	Bajo	Selva	2567	9386
Hombre	1_-_3_años	Secundaria	No	Medio	Resto_Costa	3396	9389
Femenino	1_-_3_años	Superior	No	Alto	Resto_Costa	247	9534
Femenino	>_3_años	Primaria	No	Alto	Sierra	0	9539
Hombre	<_1_año	Secundaria	Sí	Medio	Lima_Metropolitana	0	9741
Hombre	<_1_año	Superior	No	Alto	Lima_Metropolitana	0	9741
Hombre	1_-_3_años	Secundaria	Sí	Alto	Lima_Metropolitana	0	9741
Hombre	1_-_3_años	Superior	No	Alto	Lima_Metropolitana	0	9741
Hombre	>_3_años	Secundaria	Sí	Medio	Lima_Metropolitana	3247	9741
Femenino	<_1_año	Secundaria	No	Alto	Lima_Metropolitana	0	9741
Femenino	<_1_año	Superior	Sí	Alto	Resto_Costa	2550	9961
Hombre	1_-_3_años	Superior	No	Alto	Resto_Costa	0	10117
Hombre	1_-_3_años	Sin_educación	Sí	Bajo	Sierra	4427	10144
Hombre	>_3_años	Secundaria	Sí	Alto	Resto_Costa	1740	10389
Femenino	1_-_3_años	Secundaria	Sí	Alto	Sierra	2331	10391
Hombre	1_-_3_años	Secundaria	Sí	Bajo	Selva	3435	10434
Femenino	1_-_3_años	Superior	Sí	Alto	Sierra	302	10441
Hombre	<_1_año	Secundaria	Sí	Medio	Resto_Costa	0	10526
Femenino	1_-_3_años	Secundaria	No	Alto	Resto_Costa	0	10742
Hombre	1_-_3_años	Primaria	No	Bajo	Sierra	4331	10792
Femenino	>_3_años	Secundaria	Sí	Alto	Resto_Costa	0	10814
Femenino	<_1_año	Superior	Sí	Alto	Sierra	1572	11013
Hombre	1_-_3_años	Primaria	Sí	Medio	Sierra	5220	11060
Femenino	1_-_3_años	Sin_educación	Sí	Bajo	Sierra	4059	11085
Femenino	>_3_años	Sin_educación	Sí	Bajo	Sierra	4129	11172
Femenino	<_1_año	Secundaria	Sí	Alto	Resto_Costa	0	11185
Femenino	1_-_3_años	Primaria	No	Bajo	Sierra	3653	11268
Femenino	>_3_años	Superior	Sí	Alto	Resto_Costa	0	11303
Hombre	1_-_3_años	Superior	No	Alto	Sierra	2398	11624
Hombre	>_3_años	Primaria	Sí	Medio	Sierra	6873	12212
Hombre	1_-_3_años	Secundaria	Sí	Medio	Sierra	2083	12485
Femenino	<_1_año	Primaria	Sí	Bajo	Selva	1686	12489
Femenino	1_-_3_años	Secundaria	No	Medio	Resto_Costa	1189	12661
Femenino	<_1_año	Primaria	No	Bajo	Sierra	0	12777
Hombre	<_1_año	Secundaria	No	Alto	Lima_Metropolitana	0	12988
Hombre	<_1_año	Superior	Sí	Alto	Lima_Metropolitana	3247	12988
Hombre	>_3_años	Primaria	No	Alto	Lima_Metropolitana	0	12988
Femenino	<_1_año	Superior	No	Alto	Lima_Metropolitana	0	12988
Femenino	1_-_3_años	Secundaria	No	Medio	Lima_Metropolitana	0	12988

Femenino	1_-_3_años	Superior	No	Alto	Lima_Metropolitana	0	12988
Femenino	>_3_años	Primaria	No	Alto	Lima_Metropolitana	3247	12988
Femenino	>_3_años	Primaria	Sí	Alto	Lima_Metropolitana	3247	12988
Femenino	>_3_años	Secundaria	Sí	Medio	Sierra	3097	13004
Femenino	<_1_año	Secundaria	Sí	Bajo	Sierra	3238	13413
Femenino	>_3_años	Secundaria	No	Medio	Sierra	302	13927
Femenino	>_3_años	Superior	Sí	Alto	Sierra	554	13989
Femenino	>_3_años	Superior	Sí	Medio	Sierra	3592	14173
Femenino	>_3_años	Primaria	No	Bajo	Sierra	5470	14594
Hombre	>_3_años	Secundaria	No	Alto	Resto_Costa	2619	14779
Hombre	>_3_años	Superior	Sí	Alto	Resto_Costa	221	14779
Hombre	1_-_3_años	Superior	Sí	Alto	Sierra	1259	14833
Hombre	>_3_años	Superior	No	Alto	Sierra	1158	15237
Femenino	1_-_3_años	Primaria	Sí	Medio	Resto_Costa	1060	15245
Femenino	1_-_3_años	Secundaria	Sí	Medio	Resto_Costa	247	15978
Hombre	1_-_3_años	Secundaria	Sí	Medio	Resto_Costa	2619	16185
Hombre	>_3_años	Secundaria	No	Alto	Lima_Metropolitana	3247	16235
Femenino	1_-_3_años	Secundaria	No	Alto	Lima_Metropolitana	3247	16235
Femenino	>_3_años	Secundaria	No	Alto	Lima_Metropolitana	3247	16235
Femenino	1_-_3_años	Primaria	Sí	Medio	Sierra	8589	16447
Hombre	<_1_año	Primaria	Sí	Medio	Sierra	9785	16462
Femenino	>_3_años	Secundaria	Sí	Medio	Resto_Costa	3361	17304
Femenino	1_-_3_años	Superior	No	Alto	Sierra	0	17569
Femenino	1_-_3_años	Superior	Sí	Alto	Resto_Costa	0	17756
Hombre	>_3_años	Secundaria	Sí	Medio	Resto_Costa	1822	17763
Femenino	1_-_3_años	Secundaria	Sí	Alto	Resto_Costa	2902	19158
Hombre	1_-_3_años	Superior	Sí	Alto	Lima_Metropolitana	0	19482
Hombre	>_3_años	Superior	Sí	Alto	Lima_Metropolitana	0	19482
Femenino	>_3_años	Secundaria	Sí	Alto	Lima_Metropolitana	3247	19482
Hombre	>_3_años	Superior	Sí	Alto	Sierra	1049	19669
Femenino	>_3_años	Secundaria	Sí	Bajo	Sierra	8692	19789
Femenino	>_3_años	Primaria	Sí	Bajo	Selva	9538	20359
Hombre	1_-_3_años	Superior	Sí	Alto	Resto_Costa	1504	20985
Hombre	>_3_años	Primaria	No	Bajo	Sierra	15922	21070
Hombre	1_-_3_años	Secundaria	No	Alto	Lima_Metropolitana	0	22729
Femenino	1_-_3_años	Secundaria	Sí	Bajo	Sierra	7974	23935
Hombre	>_3_años	Secundaria	Sí	Bajo	Sierra	7132	25173
Hombre	>_3_años	Secundaria	Sí	Alto	Lima_Metropolitana	0	25976
Hombre	>_3_años	Superior	No	Alto	Lima_Metropolitana	3247	25976
Femenino	1_-_3_años	Secundaria	Sí	Alto	Lima_Metropolitana	0	25976
Femenino	1_-_3_años	Superior	Sí	Alto	Lima_Metropolitana	0	25976
Hombre	>_3_años	Primaria	Sí	Bajo	Selva	11640	26565
Hombre	1_-_3_años	Primaria	Sí	Bajo	Selva	11970	27563
Hombre	<_1_año	Primaria	Sí	Bajo	Sierra	13684	30420
Femenino	1_-_3_años	Primaria	Sí	Bajo	Selva	14717	31221
Femenino	<_1_año	Primaria	Sí	Bajo	Sierra	7995	31624
Hombre	1_-_3_años	Secundaria	Sí	Bajo	Sierra	13637	33358
Femenino	>_3_años	Superior	Sí	Alto	Lima_Metropolitana	3247	35716
Femenino	>_3_años	Primaria	Sí	Bajo	Sierra	40207	78253
Hombre	1_-_3_años	Primaria	Sí	Bajo	Sierra	48312	81513
Femenino	1_-_3_años	Primaria	Sí	Bajo	Sierra	43377	89428
Hombre	>_3_años	Primaria	Sí	Bajo	Sierra	43826	92870

BIBLIOGRAFIA

ATO,M, LOSILLA, J.M., NAVARRO, J.B., PALMER, A., RODRIGO, M.F.,
“Análisis de Datos Modelo Lineal Generalizado”. Edición 2005.

HOSMER, D.W., LEMESHOW, S., “Applied Logistic Regression”. John Wiley & Sons 2000.

MONTGOMERY, D. Peck, “Introducción al Análisis de Regresión”. Edición 2002.

OMS/OPS, “La Desnutrición en Lactantes y Niños Pequeños en América Latina y El Caribe Alcanzando Los Objetivos de Desarrollo del Milenio” 2008. Disponible en : <http://www.nutrinet.org/areas-tematicas/materno-infantil/introduccion/307-la-desnutricion-en-america-latina-y-el-caribe>.

PERU: Encuesta Demográfica y de Salud Familiar – “Informe Principal ENDES Continua 2004 – 2006”, Internet Setiembre de 2009. Disponible en: <http://www.inei.gob.pe>

VIVES BROSA, Jaume, Tesis doctoral: “El diagnostico de la sobredispersión en modelos de análisis de datos de recuento” 2002, Internet Junio de 2009. Disponible en: <http://www.tdx.cesca.es>